

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS



**“DINAMICA DE LA ESTRUCTURA DEL PAISAJE DEL CAMPUS
UNIVERSITARIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA
MOLINA DESDE 1970 HASTA 2011”**

Presentado por:

Lissel María Arnao Sayán

TESIS PARA OBTAR EL TÍTULO

DE BIOLOGO

Lima – Perú

2014

Se lo dedico a mi madre y mi abuela, que siempre han estado allí cuidando para que siga adelante, aunque estén estuviéramos lejos. Y a cada persona que aportó un granito de arena para completar esta información y/o estuvieron allí de aliento para continuar. Gracias por eso.

ÍNDICE GENERAL

I. Introducción	- 1 -
ii. Revisión de literatura.....	- 5 -
2.1. Ecología y paisaje	- 5 -
2.2. Elementos de los paisajes	- 7 -
2.3. Clasificación basada en el objeto para imágenes satelitales y fotografía aérea digitalizada.....	- 9 -
2.4. Análisis cuantitativo del paisaje	- 10 -
2.5. Metapoblaciones y el paisaje	- 11 -
2.6. La avifauna y la estructura del paisaje.....	- 14 -
2.7. Asociación de la estructura del paisaje con las especies para la gestión del paisaje	- 16 -
2.8. Análisis de la transición o permanencia de las clases del paisaje (modelos de estado transición).....	- 16 -
III. Materiales y métodos	- 19 -
3.1. Ubicación del área de estudio	- 19 -
3.2. Materiales.....	- 20 -
3.3. Metodología	- 20 -
3.3.1. Zonificación como resultado del análisis cualitativo de urbanización en el área periférica de estudio.....	- 23 -
3.3.2. Análisis de índices del paisaje y su variación en el tiempo.....	- 23 -
3.3.3. Análisis de la variación temporal de la avifauna presente en el campus de la Universidad Nacional Agraria de la Molina.....	- 26 -
3.3.4. Relación del análisis en el tiempo del paisaje y la riqueza específica de las especies de avifauna en el campus de la UNALM	- 28 -
3.3.5. Análisis de la tendencia de cambio del paisaje con un rango de tiempo determinado (modelo Estado- Transición).....	- 28 -

IV. Resultados y discusión	- 30 -
4.1. Análisis previos.....	- 30 -
4.1.1. Área de estudio	- 30 -
4.1.2. Zonificación como resultado del análisis cualitativo de urbanización en el área periférica de estudio.....	- 31 -
4.1.3. Matriz de confusiones, evaluación del error.....	- 32 -
4.2. Análisis de índices del paisaje y su variación en el tiempo.	- 33 -
4.2.1 análisis del paisaje por año a escala de clase.....	- 33 -
4.2.2. Análisis en el tiempo de los índices a escala de paisaje y clases.....	- 51 -
4.3. Análisis en el tiempo de la avifauna presente en el campus de la universidad nacional agraria de la molina.	- 62 -
4.4. Relación del en el tiempo del paisaje y la riqueza específica de las especies de avifauna en el campus de la universidad nacional agraria de la molina.	- 73 -
4.4.1. Correlación de riqueza específica con índices a escala de paisaje.	- 73 -
4.5. Análisis de transición o permanencia de las clases en el tiempo (2003 - 2012) basado en probabilidades de cambio.	- 83 -
4.5.1. Análisis de la probabilidad de permanencia de las clases	- 83 -
4.5.2. Análisis del cambio de la probabilidad de los estados	- 86 -
4.6. Síntesis general	- 88 -
4.6.1. Análisis previos	- 88 -
4.6.2. Análisis de índices del paisaje y su variación en el tiempo.....	- 89 -
4.6.3. Análisis en el tiempo de la avifauna presente en el campus de la Universidad Nacional Agraria de la Molina.	- 91 -
4.6.4. Relación del análisis diacrónico del paisaje y la riqueza específica de las especies de avifauna en el campus de la Universidad Nacional Agraria de la Molina.....	- 92 -
4.6.5. Análisis de transición o permanencia de las clases en el tiempo (2003 - 2012) basado en probabilidades de cambio.	- 94 -
V. Conclusiones	- 95 -
VI. Recomendaciones	- 98 -
6.1. Análisis previos.....	- 98 -
6.2. Análisis de índices del paisaje y su variación en el tiempo.	- 98 -

6.3. Análisis en el tiempo de la avifauna presente en el campus de la universidad nacional agraria de la molina.	- 99 -
6.4. Relación del análisis diacrónico del paisaje y la riqueza específica de las especies de avifauna en el campus de la universidad nacional agraria de la molina.	- 100 -
6.5. Análisis transición o permanencia de las clases en el tiempo (2003 - 2012) basado en probabilidades de cambio.....	- 102 -
VII. -Referencias bibliográficas	- 103 -
VIII. Anexos	- 115 -

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista multi escala de "paisaje" desde una perspectiva centrada en el organismo (McGarigal et al., 2012).	- 6 -
Figura 2. Modelo de representación del Paisaje Parche- Corredor- Matriz (Forman y Godron, 1986).....	- 7 -
Figura 3. Modelo de meta población de Levins, 1970.	- 12 -
Figura 4. Modelo de metapoblacion de Boorman y Levitt, 1973.....	- 12 -
Figura 5. Imagen satelital del campus de la Universidad Nacional Agraria La Molina (18L 288233 E.; 8663529 S.) ubicada en el valle de Ate, Lima-Perú. Fuente: Laboratorio de Planeamiento Ambiental y Ordenamiento Territorial.	- 19 -
Figura 6. Esquema de la zonificación como resultado del análisis cualitativo de urbanización en el área periférica de estudio.....	- 32 -
Figura 7. Índices de Composición (NP, PLAND, LPI) de las clases presentes en el año 1970	- 34 -
Figura 8. Índices de Configuración (AREA, SHAPE, ED, DIVISIO, IJI, ENN) de las clases presentes en el año 1970.	- 37 -
Figura 9. Índice de Composición (NP, PLAND, LPI) de las clases presentes en el año 2003.	- 39 -
Figura 10. Índice de Configuración (AREA, SHAPE, ED, DIVISIO, IJI, ENN) de las clases presentes en el año 2003.	- 42 -
Figura 11. Índice de Composición (NP, PLAND, LPI) de las clases presentes en el año 2008.	- 44 -
Figura 12. Índice de Configuración (AREA, SHAPE, ED, DIVISIO, IJI, ENN) de las clases presentes en el año 2008.	- 46 -
Figura 13. Índice de Composición (NP, PLAND, LPI) de las clases presentes en el año 2011.	- 49 -
Figura 14. Índice de Configuración (AREA, SHAPE, ED, DIVISIO, IJI, ENN) de las clases presentes en el año 2011.	- 50 -
Figura 16. Extensión por hectáreas de las clases por año evaluado	- 54 -

Figura 17. Análisis de Componentes Principales para los índice de composición diversidad y equidad respectivamente, para los años 1970, 2003, 2008, 2011.....	- 56 -
Figura 18. Comportamiento de los índices de diversidad de Shannon (SHDI) para diversidad e índice de equidad de Simpson (SIEI) en el tiempo 1970-2003.....	- 56 -
Figura 19. Dendrograma de similaridad de los índices evaluados a escala de paisaje de los años 1970, 2003, 2008, 2011. Correlación.....	- 57 -
Figura 20. Comportamiento de los índices evaluados en el tiempo: AREA, SHAPE, ENN, LPI, IJI, SIEI y SHDI.....	- 58 -
Figura 21. Comportamiento de los índices evaluados en el tiempo: ED, PD, NP y DIVISION.....	- 59 -
Figura 22. Variación en el tiempo del índice de composición Índice del Parche más extenso (LPI) a escala de Paisaje.....	- 60 -
Figura 23. Variación en el tiempo del índice de composición Índice del Parche más extenso (LPI) a escala de las clases.....	- 61 -
Figura 24. Variación en el tiempo del índice de composición número de parches (NP) a escala de paisaje.....	- 61 -
Figura 25. Comportamiento en el tiempo del número de órdenes, familias y especies de avifauna en el campus de la UNALM.....	- 62 -
Figura 26. Dendrograma de similaridad de los índices evaluados a escala de paisaje de los años 1970, 2003, 2008, 2011 con riqueza específica de avifauna en los tiempos evaluados. Correlación.....	- 74 -
Figura 27. Agrupación de las variables ortogonales de los índices evaluados a escala de paisaje de los años 1970, 2003, 2008, 2011 y ubicación de riqueza específica de avifauna en los tiempos evaluados. Correlación.....	- 75 -
Figura 28. One Way NP MANOVA con $p=0.0001$ para los tres grupos formados a partir de los índices evaluados. “programa Past”.....	- 76 -
Figura 29. Prueba de t para la correlación estadística de la Riqueza específica con los índices a escala de paisaje para los años evaluados. Elaboración propia.....	- 77 -
Figura 30. Correlación lineal de la Riqueza específico con LPI, IJI y DIVISION.....	- 79 -
Figura 31. Comportamiento diacrónico de los índices correlacionados LPI, IJI, DIVISION y RIQUEZA.....	- 81 -
Figura 32. Modelo Estado transición (2003- 2011) de las clases evaluadas. Elaboración propia.....	- 84 -

ÍNDICE DE TABLAS

Cuadro 1: Resoluciones de las imágenes satelitales y fotografía aérea. “Elaboración Propia”.....	- 20 -
Cuadro 2: Clases usadas en el área de estudio. “Elaboración Propia”.....	- 22 -
Cuadro 3: Índices de composición y configuración usados. “Elaboración Propia basada Macgarigal et al., 2012”.....	- 24 -
Cuadro 4: Tabla de Confusión de la clasificación del 2011. “Elaboración propia”	- 33 -
Cuadro 5: Índices según composición y configuración. “Elaboración Propia”.....	- 55 -
Cuadro 6: Listado Taxonómico de las especies presentes en el campus de la UNALM basado en Quinteros (1992); Castillo <i>et al</i> , en prensa; Castillo, 2013.....	- 63 -
Cuadro 7: Listado la presencia en el tiempo de las especies en el campus de la UNAML basado en Quinteros, 1992; Castillo <i>et al.</i> , en prensa; Castillo, 2013.	- 69 -
Cuadro 8: Tabla de correlación estadística de la Riqueza específica con los índices a escala de paisaje para los años evaluados. Coeficiente de Pearson en Programa Past...	- 76 -
Cuadro 9: Tabla de valores para cada año evaluado de los índices a correlacionar.	- 78 -
Cuadro 10: Análisis de cambio en porcentaje de la probabilidad de las clases (2003-2011). Elaboración propia.....	- 87 -

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Fotografía aérea del Campus Universitario del año 1970. Fuente: Digitalización de imágenes del Servicio Aerográfico Nacional facilitada por El Laboratorio de Planeamiento Ambiental y Ordenamiento Territorial.

Anexo 2. Imagen Satelital del año 2003. Fuente: Facilitado por MapGeosolutions SAC.

Anexo 3. Imagen Satelital del año 2008. Fuente: Donación para investigación de Map Geosolutions SAC. Y Laboratorio de Planeamiento Ambiental y Ordenamiento Territorial.

Anexo 4. Imagen Satelital del año 2011. Fuente: Donación para investigación de Map Geosolutions SAC. Y Laboratorio de Planeamiento Ambiental y Ordenamiento Territorial.

Anexo 5. Imágenes del campus de la Universidad Nacional Agraria de la Molina y zonificación de la variación temporal de las áreas periféricas según la percepción de cambio visual entre 1970, 2003, 2008 y 2011.

Anexo 6. Esquema la zonificación de la variación temporal de las áreas periféricas según la percepción de cambio visual entre 1970, 2003, 2008 y 2011.

Anexo 7. Cuadro de reducción de clases por asociación de características de clasificación según cobertura-uso.

Anexo 8. Mapa clasificado según cobertura- uso del campus en el año 1970.

Anexo 9. Mapa clasificado según cobertura- uso del campus en el año 2003.

Anexo 10. Mapa clasificado según cobertura- uso del campus en el año 2008.

Anexo 11. Mapa clasificado según cobertura- uso del campus en el año 2011.

Anexo 12. Cuadro de porcentajes de las coberturas de las subclases en el paisaje y la clase.

Anexo 13. Cuadro de composición de la clase Estructura Vegetativa.

Anexo 14. Mapa de red de canales para regadío usada en las haciendas coloniales.

Anexo 15. Gráfico de los ingresantes totales por año a la Universidad Nacional Agraria la Molina desde 1998 al 2013..

Anexo 16. Gráfico de la evolución de la Consulta de Ejecución del Gasto en la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Anexo 17. Dendrograma de presencia y ausencia de especies de aves del campus de la UNALM.

Anexo 18. Curvas de la presencia de ENSOs basada índice multivariado, desde 1950 hasta 1997.

Anexo 19. Plano topográfico del Campus de la UNALM del año 1997.

Anexo 20. Plano topográfico del área perteneciente al el programa de investigación de ornamentales del año 1992.

Anexo 21. Modelo de entrevistas realizadas a especialistas y trabajadores

Anexo 22. Esquema de la metodología usada para elaborar el gráfico de estado transición del cambio en el paisaje de la UNALM entre 2003-2011

Anexo 23. Fotografías de la zona estudiada en la década de los 70 .

Anexo 24. Imágenes del campus universitario.

Anexo 25. Línea de Tiempo.

**DINAMICA DE LA ESTRUCTURA DEL PAISAJE DEL CAMPUS
UNIVERSITARIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA
MOLINA DESDE 1970 HASTA 2011**

RESUMEN

La expansión de las urbes alcanzó a los espacios donde históricamente dedicados a agricultura, impactando los paisajes y relación entre las especies-hábitats. Existen pocas investigaciones y registros de estos cambios, teniendo en cuenta que los paisajes actuales son el fruto de la interacción entre las fuerzas naturales y la acción humana, poseen una historia que es determinante para comprender del estado y funcionamiento del ecosistema. En este sentido el campus de la UNALM ha mantenido desde su fundación las características de paisaje periurbano. Se midieron los cambios de la estructura del paisaje en el periodo de 1970 a 2011 se relacionó con el comportamiento de la riqueza de la avifauna. Concluyendo que el paisaje ha cambiado lentamente tanto en composición como en configuración, afectando directamente a la riqueza específica, especialmente la composición de la avifauna.

Además se determinó la tendencia del paisaje en un rango de tiempo para generar antecedentes metodológicos desde la perspectiva espacio-temporal que no se aprecia a simple vista; generando herramientas para preveer y recomendar alternativas de gestión urbana y periurbana.

**DYNAMIC STRUCTURE OF LANDSCAPE'S *UNIVERSIDAD NACIONAL*
AGRARIA LA MOLINA CAMPUS FROM 1970 TO 2011**

ABSTRACT

The expansion of cities reached places historically dedicated to agriculture, and impacted the relationship between landscapes and species-habitat. There are few researches and registries about these changes, considering that the present landscape is the result of the interaction between natural forces and human action, have a story that is determinant for understand the status and functioning of the ecosystem. In this sense, campus of UNALM has held since its founding, characteristics of a suburban landscape. Changes in landscape structure were measured between 1970 and 2011 and was related to the behavior of the richness of birdlife. It was concluded that the landscape has changed slowly in both composition and configuration, directly affecting the species richness, especially the composition of the birdlife. As well as, the tendency of the landscape was determined in a time range to generate methodological background from spatiotemporal perspective that is not appreciated with simple observation; it generated tools to foresee and recommend alternatives for urban and peri-urban management.

I. INTRODUCCIÓN

Los cada vez más graves problemas ambientales y sus efectos ecológicos, económicos y sociales han motivado el establecimiento de un consenso respecto a la necesidad de estudiar y entender a fondo las consecuencias de los procesos de intervención de la sociedad sobre la naturaleza (Flores et al., 2009). Esto se puede realizar a través del estudio del paisaje, permitiendo la cuantificación de la situación y evolución de esta, haciendo posible la conservación de valores naturales y culturales (Vila et al., 2006).

Sobre el paisaje existen dos percepciones inseparables, en la primera domina la sensorialidad y la intuición del paisaje percibido (Fenosistema); mientras que en la segunda, domina la abstracción y la lógica desde un enfoque analítico, cuantitativo, abstracto (Criptosistema) (González, 1981).

El criptosistema, necesita de instrumentos de medición o de observación para poder explicar la percepción de los fenómenos ocurridos en una escena observada. Esta percepción se relaciona con las circunstancias físicas, bióticas, geológicas, climáticas, antrópicas que la originaron (Casco y Ruiz, 2009). Además, esto nos permite un diagnóstico integral del estado del paisaje observado. El paisaje observado podría ser un medio con características predominantemente naturales, rurales, urbanas o periurbanas, según el grado de intervención humana que tenga.

Los paisajes periurbanos son zonas de transición o ecotono y es necesario centrar la atención en la complejidad de las relaciones ecosistémicas que se dan entre la ciudad y sus bordes (Odum, 1988). Asimismo, “El concepto de periurbano se corresponde con el de ecotono en lo ecológico y espacial, debido a que es un sistema en mosaico que contiene relictos naturales o ecosistemas residuales (parches), donde coexisten los sistemas productivos o agroecosistemas que explotan el suelo; los ecosistemas consumidores o

aglomeraciones urbanas y los, cada vez más reducidos, ecosistemas balanceados (naturales) remanentes” (Barsky, 2005).

Las ciudades impactan los paisajes periurbano, transformando su suelo y sus recursos hídricos superficiales y subterráneos, por la exportación de residuos sólidos y líquidos, la presencia de excavaciones, basurales a cielo abierto, etc.; que a la misma vez son impactados por el sistema rural, y reciben la influencia de los agroquímicos y residuos sólidos (Di Pace y Bartrons, 2004). Bettini (1998) sostiene que “La ciudad no tiene una ecología separada del campo que la circunda. Para percibir la ciudad tal como es y resolver sus problemas, es necesario expandir el pensamiento y la acción fuera de los estrictos límites urbanos. La gestión de la ciudad como ecosistema quedará en pura teoría hasta que no se rompa la dicotomía urbano/rural”.

Los espacios periurbanos presentan fragilidad ecológica debido a las actividades intensivas que allí se desarrollan (Capel, 1994). Además, señala que hay pocos espacios donde el medio natural esté sometido a tan intensas presiones antrópicas y los describe como zonas en situaciones críticas a nivel planetario.

Barsky (2005), comenta que el estudio de los paisajes periurbanos se dificulta debido a que al pasar del tiempo el paisaje “se extiende”, “se relocaliza”, “se corre de lugar”; no le otorga demasiadas garantías de permanencia al investigador para hacerle seguimiento. Por ello, el análisis del paisaje resulta aún más complejo, si se entiende que un paisaje posee una historia. Por lo tanto, los paisajes actuales son el fruto de la interacción entre las fuerzas naturales y la acción humana, llevadas a cabo por diferentes pueblos con distintas prioridades y propósitos (Guevara y Laborde, 2009). Por otro lado, Gurrutxaga y Lozano (2008) acotan que las condiciones de partida y las dinámicas del pasado son determinantes en la comprensión del estado y funcionamiento de los ecosistemas.

Además, las investigaciones de las relaciones entre las especies - hábitats ha sido una cuestión clave en la ecología y tiene una larga tradición, ya que se asume generalmente que las especies prevalecen en aquellos hábitats que prefieren, lo que da a entender que los cambios en el hábitat son importantes para su manejo (Schmutz, 1989; López -López *et al.*, 2006; Tapia *et al.*, 2007). Se debe tener en cuenta que la mayoría de las

modificaciones del medio ambiente por el hombre son relativamente irreversibles, además de que destruye o genera nuevos hábitats, favorece la extinción de especies y la aparición de otras para estos nuevos ambientes (Quinteros, 1992).

Dentro del estudio de las relaciones entre las especies y sus hábitats, las aves son las especies más susceptibles a los cambios que ocurren en el paisaje, por la facilidad que tiene de migrar si es que el medio no le es propicio. En este sentido se resalta que el distrito de La Molina ha cambiado con el paso de los años, aumentando la urbanización por la demanda de viviendas, dejando pocos lugares de descanso, alimentación y reproducción para la avifauna local (Corrales, 2012). Es así que, el campus de la UNALM, con toda su oferta alimenticia anual y espacios amplios de reposo y reproducción, podría estar supliendo y cubriendo de cierta manera éstos espacios depredados por el crecimiento urbano (Castillo, 2013).

Para poder determinar si el campus de la Universidad Nacional Agraria de la Molina (UNALM) cumple el rol definido en el párrafo anterior es necesario realizar algunos estudios básicos que permita tener registros históricos de la evolución de los cambios ocurridos en la infraestructura y áreas verdes, como su influencia en la composición de la avifauna del campus. Por tanto, es necesario resolver los problemas que se han identificado y cuya solución contribuiría a estudios posteriores sobre el rol ecológico que cumple el campus de la UNALM. Por lo anteriormente expuesto, este estudio busca registrar los cambios en el paisaje.

Hoy en día, la actividad de los seres humanos afecta los sistemas de la tierra en tasas extraordinarias a través de la conversión de la tierra y los recursos de consumo (Turner et al., 2001), la alteración de los hábitats y composición de especies (McKinney, 2002), existiendo aun limitados reportes y conocimiento de estos procesos.

Por ello, de este estudio es registrar las características del paisaje en los años evaluados, por medio de índices de estructura del mismo y comparar los cambios en el tiempo, teniendo en cuenta la influencia antrópica que impulsa estos cambios y la posible influencia en la variación de la avifauna con la estructura del paisaje en el rango del tiempo estudiado. Si bien no se medirá cuantitativamente la respuesta de las especies al cambio de

hábitat, se generará precedentes en esta evolución del área periurbana a urbana. Además, se pretende generar antecedentes metodológicos para determinar la tendencia del paisaje en un rango de tiempo determinado, que buscando predecir las consecuencias de las políticas de Estado o de alternativas de gestión urbana o regional sobre los cambios de uso de la tierra (Conway y Lathrop, 2005) o sobre perturbaciones ambientales (Gustafson *et al.*, 2004).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ECOLOGÍA Y PAISAJE

La ecología y el paisaje se integran en la Ecología del Paisaje. La ecología, según Likens (1992), se define como el estudio científico de los procesos que influyen en la distribución y abundancia de los organismos, las interacciones entre los organismos, la transformación y el flujo de energía y materia. Por otro lado, hay muchas interpretaciones diferentes del término “paisaje”. Para Forman y Godron (1986) el paisaje es un área de tierra heterogénea compuesta por un conjunto de ecosistemas que interactúan. El concepto de paisaje difiere del concepto de ecosistema tradicional al centrarse en los grupos de los ecosistemas y las interacciones entre ellos. Hay muchas variantes de la definición en función del contexto de la investigación o de la gestión (Burel y Baudry, 2002). Sin embargo la Convención europea del Paisaje realizada en el año 2000 en Florencia definió al paisaje como el área percibida por la gente, cuyo carácter es el resultado de la acción o interacción de los factores naturales y humanos (Busquets y Cortina, 2009).

Con esto se observa que el análisis del Paisaje en Ecología suele describirse desde dos perspectivas, la primera lo entiende como el proceso de percepción que tiene un grupo humano de un conjunto de relaciones ecológicas (Fenosistema) y la segunda perspectiva se refiere al estudio de la heterogeneidad espacial que muestra la naturaleza y que se expresa en el modelo conceptual del mosaico de parches (Criptosistema) (González, 1981). Es importante señalar, que todo lo que afecta al Fenosistema, también lo hace al Criptosistema.

En el presente estudio se enfoca a la Ecología del Paisaje desde la perspectiva del Criptosistema. Pickett y Cadenasso (1995) la definen como el estudio de los efectos recíprocos de los patrones espaciales en los procesos ecológicos. Además señala que el desarrollo de estructura del paisaje hace referencia a la naturaleza y diversidad de los ecosistemas que lo integran y también a su distribución en el espacio, el cual afecta la

supervivencia de las especies de una manera diferente (Fernandez y Leiva, 2002).

Un punto importante es que un paisaje no se define necesariamente por su tamaño, sino por un mosaico de la interacción de los parches pertinentes para el fenómeno considerado (a cualquier escala). No hay un tamaño absoluto de un paisaje, desde una perspectiva centrada en el organismo. El tamaño de un paisaje varía en función de lo que constituye un mosaico de parches de hábitat o de recursos significativos al organismo en particular. Es competencia del investigador o gestor definir el paisaje de una manera apropiada. Un paso esencial en cualquier investigación o gestión a escala de paisaje es definir el paisaje, y esto es, por supuesto, requisito previo para la cuantificación de los patrones del paisaje (McGarigal et al., 2012).

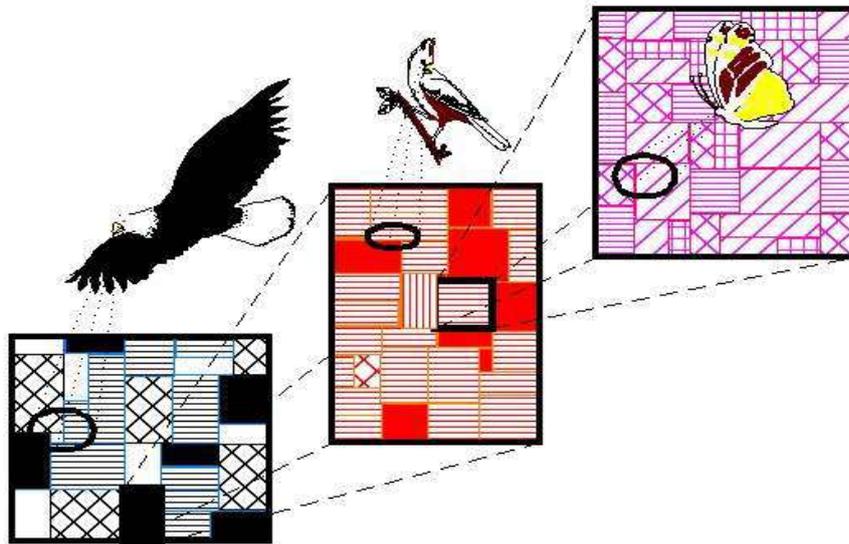


Figura 1. Vista multi escala de "paisaje" desde una perspectiva centrada en el organismo (McGarigal et al., 2012).

En la Figura 1 se muestra como ejemplo un águila, un cardenal y una mariposa percibiendo su entorno de manera diferente y en diferentes escalas, lo que constituye un solo parche de hábitat para el águila puede constituir un paisaje completo o mosaico de parches para el cardenal, y un solo parche de hábitat para el cardenal puede comprender todo el paisaje de la mariposa ya que percibe parches a una escala aún más fina.

La ecología del paisaje se centra en 3 características del paisaje (Forman y Godron, 1986):

- La estructura, definida por las relaciones espaciales entre los ecosistemas presentes la distribución de la energía, los materiales y las especies en relación con

los tamaños, formas, números, tipos y configuraciones de los ecosistemas.

- La función, son las interacciones entre los elementos espaciales, es decir, los flujos de energía, materiales y especies entre los ecosistemas que lo componen.
- El cambio, es la alteración en la estructura y la función del mosaico ecológico en el tiempo”.

La ecología del paisaje se basa en gran medida en la idea de que el patrón de los elementos del paisaje (parches) influye fuertemente en las características ecológicas, incluidas las poblaciones de vertebrados. La capacidad de cuantificar la estructura del paisaje es un requisito previo para el estudio de la función del paisaje y el cambio (McGarigal y Mark, 1995). Por lo tanto, implica el estudio de los patrones del paisaje, las interacciones entre los parches dentro de un mosaico de paisajes, y cómo estos patrones e interacciones cambian con el tiempo. La ecología del paisaje considera el desarrollo y la dinámica de la heterogeneidad espacial y sus efectos sobre los procesos ecológicos y la gestión espacial (Risser *et al.*, 1984).

2.2. ELEMENTOS DE LOS PAISAJES

Los elementos de un paisaje están representados en el modelo de parche- conector - matriz (Forman, 1995) como se ve en la Figura 2.

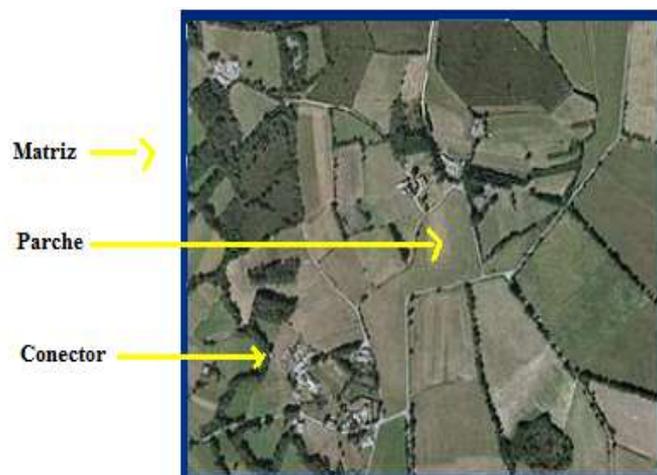


Figura 2. Modelo de representación del Paisaje Parche- Corredor- Matriz (Forman y Godron, 1986).

- Los Parches son superficies continuas de características relativamente homogéneas diferentes de su entorno y difieren entre ellas en forma, medida, heterogeneidad, grado de contraste con el exterior, etc. Es importante señalar: (1) que el parche debe ser definido por el fenómeno objeto de investigación o de gestión, (2) que, al margen del fenómeno en cuestión (por ejemplo, una especie, alteraciones geomorfológicas, etc), los parches son dinámicos y se presentan en múltiples escalas, y (3) que los límites de conexión sólo son significativos cuando se hace referencia a una escala particular.
- Los conectores (a veces llamados corredores) son elementos lineales del paisaje. Se pueden considerar también parches lineales.
- La matriz, es el componente que ocupa la mayor superficie en el paisaje. Si la fragmentación es muy elevada puede resultar complicado definir cuál es el componente principal de la matriz (Busquets y Cortina, 2009).

Como explica Burel y Baudry (2002) la forma y la organización de los parches (mosaicos paisajísticos) actuales proceden de una larga historia entre la sociedad y el medio donde se instala, el paisaje actual es el resultado de su dinámica en el pasado. La continuidad de la red en todos los casos, es indispensable para permitir a las especies propagarse en un paisaje agrícola. La dinámica de los sistemas ecológicos bajo la acción de perturbaciones naturales o antropógenas contribuye a su heterogeneidad espacial y temporal. Para comprender el funcionamiento de un sistema dinámico con el paisaje es indispensable ubicarnos en el espacio tanto como tiempo para la comprensión de los procesos ecológicos y los mecanismos evolutivos del paisaje.

Para entender el sistema dinámico es necesario ubicarse en el espacio; el empleo del sistema de información geográfica (SIG) ha permitido seguir una metodología para la identificación de los tipos de paisaje en las áreas a estudiar, según el criterio deseado, en este caso espacial y ecológico. Esta herramienta también permite procesar la información de los límites de los elementos geográficos (parche, conectores y matriz) así como los atributos asociados a estos para operar con todo tipo de relaciones topológicas y aritméticas (Busquets y Cortina, 2009).

2.3. CLASIFICACIÓN BASADA EN EL OBJETO PARA IMÁGENES SATELITALES Y FOTOGRAFÍA AÉREA DIGITALIZADA.

Con técnicas de SIG se generan mapas categóricos o mapas patrones que representan los datos del terreno en el que la propiedad del sistema de interés está representada como un mosaico de parches discretos. Por lo tanto, este tipo de patrón espacial también se conoce como un "mosaico de parches". Un ejemplo familiar es un mapa de tipos de cobertura del suelo, en el que los datos consisten en polígonos (formato vectorial) o celdas de la cuadrícula (formato raster) clasificado en clases de cubierta terrestre discretos. Hay una multitud de métodos para derivar un mapa categórico (mosaico de parches), que tiene importantes implicaciones para la interpretación de los indicadores de patrones de paisaje.

Independientemente del formato de datos (raster o vectorial), el método de clasificación y delimitación de los parches, el objetivo del análisis de mapas patrón categórico con tales datos es caracterizar la composición y configuración espacial del mosaico de parches y los indicadores se han desarrollado para este propósito (Forman y Godron, 1986 ; O'Neill *et al.*, 1988; Turner, 1990 ; Musick y Grover, 1991 ; Turner y Gardner, 1991 ; Baker y Cai, 1992; Gustafson y Parker, 1992 ; Li y Reynolds 1993 , McGarigal y Marcos,1995 ; Jaeger, 2000 ; McGarigal *et al.*, 2012).

Los mapas que se generan de las imágenes se clasifican en grupos de píxeles contiguos que poseen un comportamiento similar, de manera que la variabilidad entre los píxeles que lo componen es inferior a la variabilidad entre el objeto y su entorno. Este concepto impulsó el desarrollo de algoritmos y softwares con diferentes grados de complejidad (Flanders *et al.*, 2003). Existen trabajos que demuestran el éxito de este método con respecto a la clasificación puramente espectral (Niemeyer y Canty, 2001; Darwish *et al.*, 2003; Mitri y Gitas, 2002). Más allá del método de clasificación orientado a objetos (como metodología analítica), el concepto elemental de "objeto", ha sido utilizado de diversas formas (Thunnissen y Wit, 2000; Dean, 2003; Flanders *et al.*, 2003; Turker y Arikan, 2005).

En este sentido, las mejoras en los procesos de la fotogrametría digital han permitido generar mediante fotografía aérea productos corregidos geoméricamente, compatibles con la cartografía convencional detallada y que son capaces de llegar a resoluciones o

posibilidad de análisis de elementos territoriales que superan a los que hasta hace poco solo brindaban los satélites de reconocimiento de recursos naturales. La producción de orto fotos digitales es un complemento ideal de los procesos de evaluación medioambiental y planificación territorial que hasta ahora se venían realizando con imágenes de satélite (Moreira, 2005).

Si bien, lo común es la clasificación basada en el rango espectral de los píxeles (multi-espectral), según estudios previos, existe la clasificación basada en objetos y no en píxeles. Al estar la imagen formada por píxeles, el primer paso en el análisis orientado a objetos es agrupar los píxeles adyacentes mediante técnicas de regiones crecientes, para posteriormente clasificar los objetos extraídos. Con ello el número de parámetros que se pueden valorar aumenta notablemente, permitiendo considerar criterios como el tamaño, la forma, medias de color, máximos y mínimos, proximidad a otros objetos, textura, etc. Como lo comprobó Perea *et all.* (2009) esta metodología obtuvo una evolución de exactitud alta.

2.4. ANÁLISIS CUANTITATIVO DEL PAISAJE

Los mapas temáticos generados son procesados por programas que cuantifican la estructura espacial del paisaje. Uno de los programas más usados en las investigaciones es FRAGSTATS v4.1 (McGarigal y Ene, 2012), el cual ofrece una selección completa de las medidas del paisaje. Analiza el patrón espacial para mapas categóricos que representan el modelo de mosaico del paisaje de la estructura del paisaje. El paisaje objeto de análisis es definido por el usuario y puede representar cualquier fenómeno espacial. FRAGSTATS v4.1 (McGarigal y Ene, 2012) cuantifica la heterogeneidad espacial como se representa en el mapa categórico, y es responsabilidad del usuario establecer una base sólida para la definición y la ampliación del paisaje en términos de contenido temático, la resolución espacial y el grano.

Índices de paisaje

Los índices estadísticos son calculados que a través de un software que utilizan algoritmos para su cálculo, así cuantifican la información para describir estructuras o

patrones en los paisajes. Pudiendo clasificarse en: (O'Neill *et al.*, 1988)

- Medidas de composición.- Número y tamaño medio de manchas, proporción de cada clase o tipo, superficie absoluta o relativa de cada clase, diversidad de elementos, etc.
- Medidas de configuración.- Características geométricas de las manchas o paisajes (relaciones perímetro-área, área interna, dimensión fractal), por ejemplo: Análisis de vecindad.

La composición y la configuración de los elementos del paisaje son dos componentes para representar su diversidad. Según Li (1993) la composición se refiere al número total de fragmentos y su proporción relativa, mientras que la configuración se refiere al patrón de distribución espacial de estos fragmentos en el paisaje (Peña, 2011). La importancia de la estructura espacial, como manifestación del orden interno del paisaje, es clave para conocer cómo funciona (Aguiló y Iglesias, 1995).

Por otro lado, no existe un paisaje que no narre su historia, pero en las sociedades actuales hablar de paisaje histórico suele significar evocar determinados espacios que suelen estar protegidos por su pasado o por el valor simbólico del mismo (Busquets y Cortina, 2009). Estas Islas de la memoria se sitúan en el centro de grandes espacios en permanente transformación. Por lo cual la UNALM podría ser considerada una isla de la memoria situada en una matriz urbana; siendo importante observar su dinámica estructural a través del tiempo, para observar la tendencia del cambio de la estructura en el paisaje del campus universitario.

2.5. METAPOBLACIONES Y EL PAISAJE

En 1970, Levins introdujo el concepto de meta población como una población formada por poblaciones que se extinguen y recolonizan localmente (Figura 3). La persistencia de una metapoblación en una región sólo es posible si la tasa media de extinción es inferior a la tasa de migración. Los tres componentes principales de la dinámica de metapoblaciones son: (1) Procesos de extinción local; (2) Movimiento entre las manchas; (3) Procesos de colonización. Los tres dependen de la estructura y la dinámica de los paisajes.

Modelo de metapoblación de Levins.

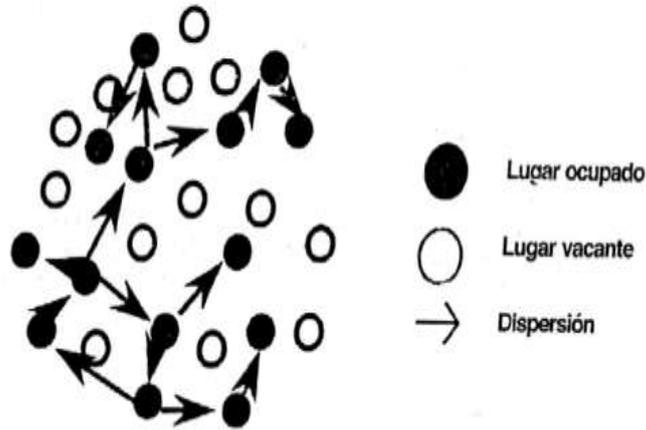


Figura 3. Modelo de meta población de Levins, 1970.

Entre los modelos encontrados el de Boorman y Levitt (1973) (Figura 4) consiste en un gran fragmento central que soporta una población permanente que alimenta algunas de las subpoblaciones periféricas (Figura 4). Este modelo está próximo a la teoría biogeográfica de las islas al suponer que, un elemento paisajístico juega el papel de fuente permanente de dispersores, igual que el continente y las islas oceánicas. En este sentido Murphy *et al.* (1990) mostraron que la mariposa *Euphydryas bayensis* se estructura en metapoblaciones de tipo Boorman y Levitt para un conjunto de manchas situadas en un radio de 7 Km alrededor de la fuente de individuos dispersores.

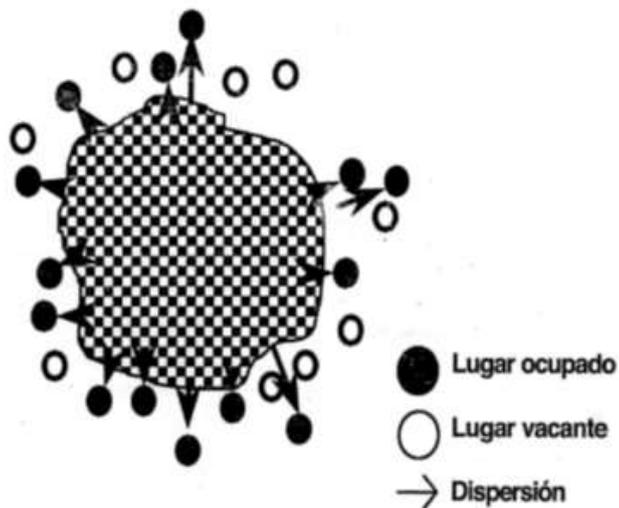


Figura 4. Modelo de metapoblacion de Boorman y Levitt, 1973.

La estructura del paisaje interviene sobre varios componentes de la estructura de las metapoblaciones; así el tamaño, la forma y la calidad de las manchas determinan la capacidad de acogida de cada mancha y están ligados a las probabilidades de extinción.

El tamaño del fragmento determina el tamaño de la población, de forma que cuanto más se reduce esta, más vulnerable se vuelve frente a la estocasticidad demográfica (Hanski, 1989; Hastings y Wolin, 1989).

Existen especies multi hábitat, las cuales utilizan varios tipos de elementos paisajísticos en el transcurso de su ciclo vital. Los cambios de hábitat pueden ser diarios, como en el caso de la ardilla, que se alimentan en las zonas de cultivo y reposa a cubierta (Wetzel *et al.*, 1975). Muchas especies necesitan varios elementos de diferente tipo en su proximidad. Los estudios con datos diarios de utilización por parte de los animales son poco numerosos. Pero se ha observado que a escala temporal, solo las especies móviles se ven afectadas por la heterogeneidad del paisaje (Burel y Baudry, 2002).

Hay que tener en cuenta que la distribución de las poblaciones varía con los procesos dinámicos de colonización y extinción, pero la estructura del paisaje se considera como, fija, principalmente en las simulaciones realizadas sobre largos periodos de tiempo. Sin embargo, tanto los paisajes naturales como los humanizados son dinámicos pudiendo emitirse la hipótesis de que su evolución influye en las poblaciones, que también son variables en el tiempo. Pero es necesario replantearse la idea de relación entre la distribución espacial de las especies y los patrones paisajísticos es sincrónica. La distribución de las especies depende tanto del paisaje actual como de sus estadios anteriores. Por ejemplo, la composición de las comunidades de aves mediterráneas se pueden explicar directamente mediante la historia de la vegetación (Blondel, 1986). Sin embargo, esta hipótesis ha sido validada con pocos trabajos de campo, ya que tanto las series de datos temporales sobre la distribución de las poblaciones como los trabajos a escala de paisaje son escasos. En efecto para poner en evidencia este tipo de relación, hay que muestrear espacios heterogéneos en continuo lo que requiere un pesado esfuerzo de recolección de datos.

2.6. LA AVIFAUNA Y LA ESTRUCTURA DEL PAISAJE

La ciudad de Lima, a pesar de la drástica expansión demográfica que ha experimentado en las últimas décadas (De Soto, 1986), presenta pocos estudios ecológicos. Y los que se han llevado a cabo no han sido sostenibles en el tiempo para ver la evolución del ecosistema considerando las perturbaciones antrópicas (Ortega- Álvarez, 2013).

Por su parte, las aves se encuentran entre los organismos vivos mejor estudiados y, por ejemplo, los datos ornitológicos pueden ser de gran utilidad para valorar como las características del hábitat y sus dinámicas se asocian a su distribución a escala de paisaje (Donald y Fuller, 1998).

Se puede clasificar a las especies como las aves:

Por su Origen: Especies nativas e inmigrantes

A las especies que naturalmente pertenecían al ecosistema se les llama nativas o autóctonas. Las especies inmigrantes son las que son introducidas deliberadamente o accidentalmente en un ecosistema. La actividad humana ha acelerado la introducción de nuevas especies en los ecosistemas. Algunas veces el resultado es beneficioso, por ejemplo, para luchar contra una plaga. Pero otras son muy perjudiciales, porque se convierten en plaga o eliminan a las especies nativas. Así sucedió con la introducción del conejo en Australia o los gatos u otros mamíferos en muchas islas del Pacífico en las que han llevado a la extinción a varias especies de aves. En este sentido las especies introducidas pueden llegar a ser especies naturalizadas (que han establecido poblaciones autónomas en un hábitat en el que eran exóticas) convirtiéndose en especies invasoras, las cuales son una importante amenaza a la diversidad biológica nativa, a la salud humana y al desarrollo de diversas actividades económicas (Mooney y Cleland, 2001; Davis, 2003; Davis, 2009).

Por su hábitat: Especies generalistas y especialistas

Las **especies generalistas**, viven en muchos lugares diferentes, ingieren gran variedad de alimentos y toleran diferentes condiciones ambientales. Aunque utilizan varios tipos de

elementos del paisaje escogen uno de ellos con mayor frecuencia. El tejón por ejemplo, prefiere el espacio agrícola pero también utiliza los espacios forestales. Este depredador puede tener una actividad importante tanto en el borde como en el interior de los hábitats (Burel y Baudry, 2002). En este sentido los depredadores también se pueden clasificar como especies totalmente generalistas. Las cuales utilizan indiferentemente diversos elementos del paisaje. El cuervo, por ejemplo, es el principal depredador de nidos en los bosques del norte en Europa, tanto en las parcelas de bosques maduros como en aquellas que han sufrido alteraciones (Andren, 1992).

Las **especies especialistas** sólo pueden vivir bajo condiciones alimenticias o ambientales muy concretas. Así, por ejemplo la urraca pica pica (*Corvus monedula*, según Andren, 1992) se alimenta esencialmente de nidos situados en zonas agrícolas, mientras que el arrendajo, la marta y la ardilla roja, se alimentan principalmente de nidos localizados en el interior de bosquetes. Este tipo de depredadores pueden inducir al aumento de la presión en el borde (Burel y Baudry, 2002).

Las aves son buenos indicadores de la estructura y composición del hábitat (Burel *et al.*, 1998; Balent y Courtiade, 1992). En los estudios de paisaje ecológico para el manejo de la fauna de aves se le presta gran atención a la conexión de una sola especie, así como la diversidad de especies y la conexión del mismo con la estructura del paisaje (Marja, 2008).

Marja (2008) investigó las conexiones entre el número de aves, las especies, la diversidad, el uso de la tierra y los elementos estructurales del paisaje, en más detalle, proponiendo la posibilidad es evaluar la estructura del paisaje y hábitats con la ayuda de los índices de paisaje y de este modo establecer el efecto de la estructura del paisaje en la diversidad de avifauna.

Se debe destacar que no todos los investigadores llegan a resultados iguales posiblemente por los métodos, las áreas de investigación utilizados y la duración de los estudios. Por ejemplo, Atauri y De Lucio (2001) encontraron que la heterogeneidad del paisaje estructura es el componente más importante para las aves (en comparación con los anfibios, reptiles y mariposas). Mientras que el tipo predominante de uso de la tierra es

importante sólo en el segundo lugar de importancia según Heikkinen *et al.* (2004), esto observo al comparar la diversidad de especies de aves y el paisaje (dejando de lado el hábitat) por ello el recomienta que sus resultados deben ser manejados con precaución.

Los investigadores que estudian la conexión de la diversidad de especies y la estructura del paisaje, resaltan la importancia ecológica de los hábitats debe ser principalmente precedido sobre el análisis del mismo (Marja, 2008). Sin embargo, varios estudios se han dedicado sólo a los hábitats y la estructura de paisaje ha sido ignorada (Burel *et al.*, 1998). Se tiene en cuenta que la diversidad de la estructura del paisaje circundante (Tryjanowski, 1999) es importante tanto para las aves asociadas a la agricultura como para el paisaje en conjunto.

2.7. ASOCIACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAISAJE CON LAS ESPECIES PARA LA GESTIÓN DEL PAISAJE

El aumento del interés en la ecología del paisaje, se ha manifestado en una ola de recientes esfuerzos para incorporar una perspectiva de paisaje en las políticas y directrices para la gestión de las tierras públicas. La ecología del paisaje encarna una forma de pensar que muchos ven como muy útil para la organización de los enfoques de gestión de la tierra (McGarigal y Marks, 1995), dado que desde su origen ha estado ligada a los problemas de ordenación y gestión del espacio. Así mismo los diversos elementos y estructuras discernibles en un paisaje dependen estrechamente de procesos de organización y de evolución que no son necesariamente espaciales. Es necesario por lo tanto tener en cuenta las dimensiones económicas y culturales. En este sentido, la ecología del paisaje ofrece una perspectiva adecuada, útil y necesaria para su desarrollo (Burel y Baudry, 2002).

2.8. ANÁLISIS DE LA TRANSICIÓN O PERMANENCIA DE LAS CLASES DEL PAISAJE (MODELOS DE ESTADO TRANSICIÓN)

Los ecólogos del paisaje han encontrado en los modelos una herramienta importante por varias razones; cuando se enfrentan con el estudio de un paisaje amplio y complejo, es difícil, y a veces imposible, llevar a cabo experimentos a la escala apropiada. Por ello los modelos utilizados por la ecología del paisaje deben ser considerados como herramientas

o métodos para lograr un fin y no deben ser considerados como objetivos en sí mismos.

La manipulación de forma experimental de grandes paisajes con el número adecuado de repeticiones independientes no es muy común debido a los altos costos y dificultad logística involucrada (Turner *et al.*, 2001). Por ello los modelos en la ecología del paisaje son ampliamente utilizados.

Si bien el programa FRAGSTATS v4.1 (McGarigal y Ene, 2012), usado para describir el paisaje, puede generar modelos analíticos utilizando índices. Es necesario rescatar otras propiedades emergentes propias de los sistemas complejos, como la tendencia del cambio. Por lo tanto usar un modelo de estado-transición (STM) como herramienta es útil en la toma de decisiones.

Los modelos de estado transición (STM) son ampliamente utilizados como herramienta de gestión de pastizales, siendo incluso requisito legal en algunos países (Briske *et al.*, 2008). El origen del término se remonta a la publicación de Westoby en 1989 quien hace referencia a la teoría del no equilibrio. Los modelos de estado-transición (STM) presentan un gran potencial para ayudar a entender la respuesta de los ecosistemas de a los disturbios naturales (Stringham et al. 2003).

A partir de su origen la evolución de los conceptos aplicados al modelo no han sido claros. Sin embargo, los autores definieron:

- **Estado:** Comunidad alternativa y persistente de vegetación que no es simplemente reversible, en el marco de sucesión lineal o un patrón observable en un sistema.
- **Transiciones:** Trayectorias entre los estados, pudiendo ser transitorias o persistentes. Las transiciones entre estados son a menudo causadas por múltiples perturbaciones naturales (por ejemplo, climáticas eventos o incendio) y / o acciones de manejo (pastoreo, agricultura, quema, etc.).

Independientemente de la tasa de cambio, el sistema no se estabiliza hasta que la transición no esté completa (Stringham et al., 2003).

El modelo STM, se puede utilizar para la búsqueda de una representación del paisaje, desde la perspectiva de un sistema socio-ecológico, reconociendo los estados y

transiciones a través de la evaluación probabilística de cambio para abordar las propiedades emergentes en el análisis. Estas no se pueden manejar de una manera directa, ya que no dependen de una secuencia de códigos, como el ADN de los individuos, pero están dominadas por otras fuerzas que a menudo escapan de nuestra capacidad de descripción y, de comprensión. . Por estas razones, para hacer frente a la génesis y la dinámica de los paisajes, el idioma probabilístico es útil para identificar los procesos clave (Farina, 2010).

Manteniendo una perspectiva socio-ecológica del área estudiada se podrá visualizar los patrones del origen de la dinámica interna. La cual está regida por los procesos que ahí se desarrollan. Entre ellos existen algunos que son determinantes y pueden mantenerse o cambiar las tendencias del sistema. Por ello las interacciones entre los múltiples procesos gobiernan la dinámica de los sistemas socio-ecológicos (Chapin *et al.*, 2009).

Los patrones estudiados en el paisaje, representados por el STM, consideran y muestran aquellos servicios ambientales proporcionados por la infraestructura ecológica: regulación de la temperatura urbana, reducción del ruido, purificación del aire, moderación de los climas extremos, mitigación de la escorrentía, tratamiento de residuos, la polinización, la regulación de plagas, la dispersión de semillas, servicios culturales, recreación, beneficios estéticos, desarrollo cognitivo, valores posicionales, cohesión social, servicios de hábitat, hábitat de biodiversidad, entre otros. (Gómez-Baggethun *et al.*, 2013). Con ellos, la evaluación de los servicios ambientales utilizados en el área de estudio permitiría contribuir en la toma de decisiones durante la gestión del campus; cabe señalar que existe un interés creciente en la evaluación de los paisajes y los múltiples servicios de los ecosistemas como base para la mejora de los ecosistemas y la gestión de la tierra (Bennett *et al.*, 2009; Parrott y Meyer, 2012).

Reconociendo los elementos del sistema que son utilizados, se puede contribuir a una gestión más eficiente del medio estudiado. Por lo que identificar y evaluar los principales servicios de los ecosistemas son el paso fundamental (Seppelt *et al.*, 2012). Pero no hay manera estandarizada de hacer esto (Malinga *et al.*, 2013), por lo cual es necesaria una propuesta de cómo realizar esta labor, facilitando la toma de decisiones durante la gestión de las áreas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio corresponde al campus de la Universidad Nacional Agraria La Molina (18L 288233 E.; 8663529 S, 251 msnm), ubicada en el valle de Ate en la ciudad de Lima. De acuerdo a Holdridge (1967) corresponde a la zona de vida llamada «Desierto desecado subtropical» (dd-S). La temperatura anual promedio es de 20° C, la humedad relativa promedio 84%, y la precipitación anual 11.9 mm según datos del Observatorio Meteorológico Alexander von Humboldt, ubicado en el campus de la UNALM (Takano y Castro, 2007). El área del campus abarca 230 hectáreas, pero solo 178 hectáreas serán estudiadas en el presente trabajo (Figura 5).

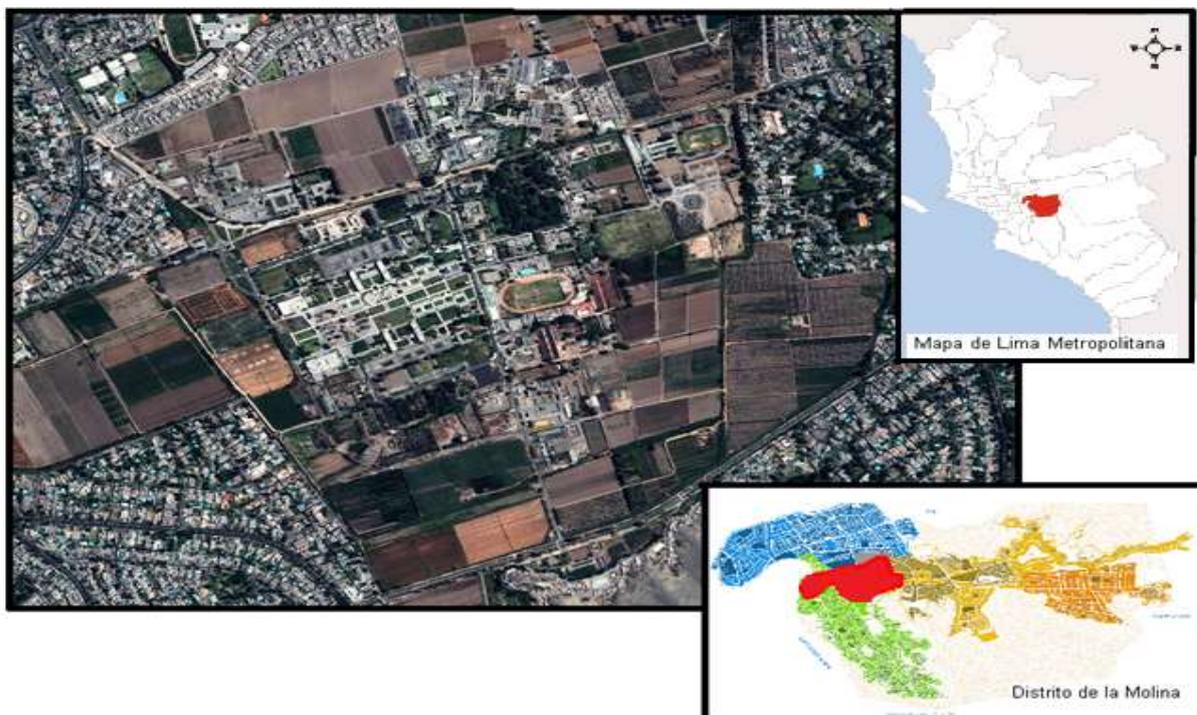


Figura 5. Imagen satelital del campus de la Universidad Nacional Agraria La Molina (18L 288233 E.; 8663529 S.) ubicada en el valle de Ate, Lima-Perú. Fuente: Laboratorio de Planeamiento Ambiental y Ordenamiento Territorial.

3.2. MATERIALES

- Imágenes satelitales de alta resolución de los años 2003, 2008, 2011
- Fotografías Aéreas de la UNALM del año 1970
- Programas: eCognition 7 (Trimble), ERDAS imagine 9.3, ArcGis 10 (ESRI) y FRAGSTATS v4.1 (McGarigal y Ene, 2012).
- Equipo de Global Positioning System (GPS)
- Computador
- Impresora y scanner
- Materiales de escritorio

3.3. METODOLOGÍA

Se utiliza imágenes satelitales del área en estudio en tres diferentes puntos temporales de evaluación (2003, 2008 y 2011 observadas en el anexo 2, 3 y 4 respectivamente). Las cuales previamente pasaron los procesos de orto rectificación, balance y se geo referencian con puntos de control. Además se contó con fotografías aéreas digitalizadas, de un punto temporal de evaluación en 1970 (Anexo 1), las cuales pasaron por el mismo proceso previo que las imágenes satelitales (Cuadro 1).

Las imágenes, en formato raster, cuentan con resolución de bandas pancromáticas equivalentes (0.5 m). Esto permite una clasificación basada en la forma del objeto, y no solo píxeles, lo cual amplía notablemente la cantidad de información que se puede extraer de la misma.

Cuadro 1: Resoluciones de las imágenes satelitales y fotografía aérea. “Elaboración Propia”.

Imagen	Año	Número de bandas	Radio métrica (bits)	Resolución pancromática (m)	Resolución multiespectral (m)
World View	2011	4	16	0.5	0.6
QuickBird	2008	4	16	0.5	2.5
Ikonos	2003	4	8	0.5	3.2
Fotografía aérea	1970	1	8	0.5	---

Este procedimiento permite obtener una clasificación digital de la interface urbano-vegetal más diferenciada, en especial si se cuenta con una imagen sin bandas multi-espectrales, tal es el caso de la fotografía aérea digitalizada.

Las imágenes digitalizadas se han segmentado y clasificado empleando el software eCognition 7 (Trimble, 2003). Este programa se basa en la forma de los objetos, lo cual permite que la homogeneidad interna de los píxeles se mantenga constante. La segmentación resultante sirve de base para posteriores clasificaciones. Perea *et al.* (2009) corrobora este procedimiento, y expresan un alto porcentaje de fiabilidad.

Seguidamente se realizó la clasificación supervisada de las tres imágenes satelitales, con el programa ERDAS imagine 9.3 (ERDAS, 2008). Mientras la fotografía aérea ya segmentada se clasificó, teniendo en cuenta variables como textura y forma, con el programa eCognition 7 (Trimble, 2003).

Para determinar las clases a usar, en las primeras clasificaciones, se tuvo en cuenta el criterio uso-cobertura de la superficie. Pero para reducir el número de clases, y así facilitar el trabajo con los índices estadísticos, se basó en la metodología del árbol de decisión el mismo que consta de un cuestionario jerárquico en el cual la respuesta a una pregunta determina la siguiente pregunta. Mediante este árbol de decisión cada observación X será asignada a una región etiquetada como una clase en concreto (Quirós, 2009).

Las clasificaciones se exportaron de manera vectorial para ser trabajadas con ArcGis 10 (ESRI, 2012), para verificar y validar la clasificación se entrevista a grupos de personas que estudiaron, trabajaron o vivieron en el campus de la UNALM durante los puntos temporales de estudio (2008- 2003- 1970), posteriormente se corrigieron los errores encontrados.

Solo para el año 2011 se analiza el porcentaje de error, a través de la matriz de confusión de clases, la cual hace referencia al número de puntos que han sido asignados a la clase i pero pertenecen a la clase j, teniendo en cuenta a los que han sido correctamente clasificados y al resto de los elementos; esto indica no solo la cantidad de puntos incorrectamente clasificados sino también a que clase han sido correctamente asignados

(Sobrinó, 2000). En este proceso se tiene presentes las variaciones espacio temporal del área entre los años 2011 - 2012.

Realizadas las correcciones, se tiene en cuenta que los conceptos de paisaje y eco topo implican una escala de observación que coincide, en términos generales, con el concepto intuitivo/perceptivo humano de paisaje necesario para la toma de decisiones referentes a la planificación y gestión territorial (Burel y Baudry, 1999; Europarc-España, 2002). Quedando las clases observadas en el cuadro 2 (anexo 24)

Cuadro 2: Clases usadas en el área de estudio. “Elaboración Propia”.

Las clases usadas responden al criterio de cobertura-uso desde la perspectiva del objeto a estudiar. Para así observar la conexión de la diversidad de especies y la estructura del paisaje, la importancia ecológica de los hábitats debe ser procedido sobre el análisis de los hábitats de las aves (Marja, 2008).	
Estructura Humana (EH)	Áreas cubiertas por superficies permeables como asfalto, acera, y construcciones altas. Esta clase se caracteriza por alta presencia humana, aquí ellos realizan la mayoría de sus actividades o permite el desplazamiento dentro del área de estudio. Las aves encontradas aquí deben tener alta tolerancia a la presencia humana y sus actividades. Pocas son las especies que anidan aquí, debido a la presencia antrópica, fuente de comida en especial para los omnívoros, dado que abundan los residuos humanos (desechos orgánicos de sus actividades).
Estructura Vegetativa (EV)	Corresponde a las áreas que son cubiertas por estructuras vegetales no dependientes del hombre, para su crecimiento, esto no quita que sean controladas por el (poda). Observándose de dos tipos según porte: Estructura arbórea y herbáceas o arbustos oportunistas. Cuando las condiciones lo permiten crecen de forma descontrolada. Las especies oportunistas que aparecen cerca a campos de cultivo o trepadoras que cubren estructuras altas en época húmeda, al igual que los matorrales o juncuales que se utilizaban como cercos vivos. En estas áreas se ha observado que la mayoría de las especies aviares las usan como estructura de refugio y de anidamiento. Los estudios etológicos demuestran que hay especies que se desplazan y mantienen en el espacio agrícola preferentemente a lo largo de los bordes de campos rodeados de setos o cercos vivos, que le ofrece protección contra la depredación (Merriam, 1989). El tránsito humano interno en estas áreas es escaso al igual que sus actividades pero sufre impacto cuando se poda donde su amplitud puede restringirse ampliamente al igual que su crecimiento es rápido.
Fuente de Agua (FA)	Abarca cuerpos de agua dulce de origen antrópico. Normalmente se observan aves específicas, como los cormoranes, los cuales se alimentan de peces o especies acuáticas o las usan de bebederos. Se han descartado de este grupo los cuerpos de agua con químicos, como es el caso de las piscinas, dado que su uso es similar al de las construcciones humanas.
Suelo Descubierta (SD)	Áreas sin vegetación o con presencia muy rala. Las actividades realizadas son mínimas, en especial son usadas para desplazamiento. Desde la perspectiva de las aves, algunas especies presentes anidan, mientras que otras se alimentan.
Vegetación Cultivada (VC)	Vegetación cultivada, son áreas con alta densidad de vegetación homogénea de origen y mantenimiento humano, y su crecimiento es cíclico. Constantemente es trabajada y cuidada para que se mantenga en condiciones específicas para resultados determinados por humanos. Es zona de alimentación común de aves, pero no de refugio ni anidamiento por constante presencia y disturbios humanos.

No obstante, para el estudio de las relaciones entre la estructura del paisaje y la dinámica de poblaciones silvestres es preciso considerar la escala de percepción del paisaje del taxón en cuestión (With y Crist, 1995; Tischendorf y Fahrig, 2000; Suarez- Seoane y Baudry,

2002), por ello al reducir las clases se ha tenido en cuenta la clasificación uso-cobertura sumado a la percepción de las aves del paisaje (teniendo en cuenta el criterio de árbol de decisión, anexo 7) a solo cinco como se observa en el Cuadro 2.

Los mapas generados en formato vectorial fueron transformados a raster (formato imagine) para el análisis en FRAGSTATS v4.1 (McGarigal y Ene, 2012). La unidad mínima estándar fue 1x 1 m de cada pixel (Anexo 8, 9, 10, 11).

3.3.1. Zonificación como resultado del análisis cualitativo de urbanización en el área periférica de estudio.

Para tener en cuenta el contexto periférico en el que se desarrolla del área a estudiar se comparó por medio de zonificaciones, el área externa a la zona evaluada en el presente estudio. Se observó el cambio a urbanización por medio visual en el rango de tiempo evaluado, para así dividirlo en zonas de menor a mayor cambio. Esta zonificación va desde la Zona A, es la de menor variación, hasta la Zona D que mayor cambio mostró en los años 1970 -2003 -2008 y 2011 (anexo 6).

3.3.2. Análisis de índices del Paisaje y su variación en el tiempo.

Las clasificaciones obtenidas se sometieron al análisis de configuración espacial mediante métricas del paisaje calculadas con el programa Fragstats (McGarigal y Marks, 1995). Los índices elegidos para este análisis (Cuadro 3) proveen la idea de los efectos en la reconfiguración del paisaje periurbano además de brindar información ecológica sobre el posible comportamiento del taxón a estudiar, en este caso las aves. A través de estas medidas es posible describir la composición y la configuración del paisaje para cada año.

Cuadro 3: Índices de composición y configuración usados. “Elaboración Propia basada Macgarigal et al., 2012”.

Índices de composición	Nivel	Código	Formula	Unidades
Número de parche	Clase- Paisaje	NP	$NP = n_i$	Numérica (1 a más)
Densidad de parche	Clase- Paisaje	PD	$PD = \frac{N}{A} (10,000)(100)$	Numérica (0-1)
índice del parche más extenso	Clase	LPI	$LPI = \frac{\max(a_i)}{A} (100)$	Porcentaje
Porcentaje de la clase en el paisaje	Clase- Paisaje	PLAND	$PLAND = P_i = \frac{\sum a_i}{A} (100)$	Porcentaje
Riqueza de Parche	Paisaje	PR	$PR = m$	Numérica (1 a más)
Densidad de riqueza de parche	Paisaje	PRD	$PRD = \frac{m}{A} (10,000)(100)$	Numérica (0 a más)
Índice de diversidad de Shannon	Paisaje	SHDI	$SHDI = - \sum_{i=1}^m (P_i \cdot \ln P_i)$	Numérica (0 a más)
Índice de diversidad de Simpson	Paisaje	SIDI	$SIDI = 1 - \sum_{i=1}^m P_i^2$	Numérica (0-1)
Índice de diversidad de Simpson modificado	Paisaje	MSIDI	$MSIDI = - \ln \sum_{i=1}^m P_i^2$	Numérica (0 a más)
Índice de equidad de Shannon	Paisaje	SHEI	$SHEI = \frac{- \sum_{i=1}^m (P_i \cdot \ln P_i)}{\ln m}$	Numérica (0-1)
Índice de equidad de Simpson	Paisaje	SIEI	$SIEI = \frac{1 - \sum_{i=1}^m P_i^2}{1 - \left(\frac{1}{m}\right)}$	Numérica (0-1)
Índice de equidad de Simpson modificado	Paisaje	MSIEI	$MSIEI = \frac{- \ln \sum_{i=1}^m P_i^2}{\ln m}$	Numérica (0-1)
Densidad de borde	Clase- Paisaje	ED	$ED = \frac{\sum L_i \cdot S_i}{A} (10,000)$	Metros por hectárea
Área en promedio	Clase- Paisaje	AREA_MN	$AREA = a_i \left(\frac{1}{10,000} \right)$	Hectáreas
Forma en promedio	Clase- Paisaje	SHAPE_MN	$SHAPE = \frac{.25 P_{ij}}{\sqrt{a_{ij}}}$	Numéricas

Índices de composición	Nivel	Código	Formula	Unidades
Número de parche	Clase- Paisaje	NP	$NP = n_i$	Numérica (1 a más)
Índice de Yuxtaposición	Clase- Paisaje	IJI	$IJI = \frac{\sum_{k=1}^n \left[\frac{c_{kk}}{\sum_{k=1}^n c_{kk}} \ln \left(\frac{c_{kk}}{\sum_{k=1}^n c_{kk}} \right) \right]}{\ln(n-1)} \quad (130)$	Porcentaje
Índice de División	Clase- Paisaje	DIVISION	$DIVISION = \left[1 - \sum_{k=1}^n \left(\frac{h_k}{h} \right)^2 \right]$	Numérica (0-1)
Distancia euclidiana del vecino más cercano en promedio	Clase- Paisaje	ENN MN	$ENN = h_{ij}$	Porcentaje

Se describió y analizó el área estudiada por cada año a escala de clase (1970, 2003, 2008 y 2011) diferenciando entre índices de configuración y composición por medio de tablas y gráficos.

Se contrastó la evolución en el tiempo del porcentaje de área por cada clase (PLAND) para observar el comportamiento de la matriz y las clases. La matriz tiene un importante papel en la dinámica de los paisajes fragmentados, debido a que actúa como un filtro selectivo para el movimiento de especies entre fragmentos, facilitando el movimiento o impidiéndolo (Gascon *et al.*, 2000; Perfecto y Vandemeer, 2008), dependiendo del organismo en estudio. Además, la matriz influye en el movimiento de materiales diversos (nutrientes, materia orgánica, fertilizantes, etc.) a todo lo largo y ancho del paisaje (Forman y Alexander, 1998).

Se aplica el Análisis de Componentes Principales (ACP) a los índices que expresan información equivalente, y según recomendación de la teoría, se debe elegir el que mejor explique los datos (McGarigal y Marks, 1995). Este análisis explica la estructura de las varianzas y covarianzas de un conjunto de variables mediante combinaciones lineales entre estas a las cuales se les denomina componentes principales, este método busca simplificar los datos para tener una visión más clara para el análisis e interpretación (Hernández Rodríguez, 1998). Esto se realiza con los índices de composición de la diversidad y

equidad, los cuales según los resultados de Mitchell *et al.* (2006) concluye que la heterogeneidad de los bosques asegura la diversidad de la avifauna.

Se seleccionados los índices que mejor explicaron la variación temporal del paisaje. Se realizó los análisis clústers, basados en la correlación de la variable por medio del programa PAST 2.17 (Hammer y Harper, 2001) para determinar las variables ortogonales. El objetivo del análisis es agrupar objetos de acuerdo a sus características, de tal manera que los conglomerados o grupos que forma tienen alto grado de homogeneidad interna y un alto grado de heterogeneidad externa, haciendo que gráficamente los objetos muy parecidos estén próximos y los diferentes alejados. La medida de similitud media dentro de los conglomerados, se basan en el complemento de la correlación de Pearson ($1-r$) entre las variables (Pedroza y Dicovskyi, 2007; Hammer, 2012).

Se obtuvo el grupo de variables que poseen alto grado de similitud, basándose en la información que brinda su variación en el tiempo, se escogió solo una de cada grupo. Se evaluó su comportamiento en el tiempo a escala de paisaje y escala de las clases.

3.3.3. Análisis de la variación temporal de la avifauna presente en el campus de la Universidad Nacional Agraria de la Molina.

Se entrevistó a especialistas o aficionados a la observación de aves, que estudiaran o trabajaran en el área de estudio. Esta información se complementó con encuestas realizadas a trabajadores o pobladores que habitaran el área en la década de los 70' acompañada de imágenes de las aves posiblemente presentes teniendo como base las especies observadas en el trabajo no publicado de alumnos de la facultad de Ciencias Forestales de la UNALM en los 80s facilitados por Thomas Valqui (T. Valqui, comunicación personal, 10 de abril de 2013), anexo 21.

Para los otros 3 puntos de estudio en el tiempo se tiene como base los listados generados en tesis o investigaciones como el listado realizado por Quinteros (1992); Catillo, *et al.* (en prensa); y Castillo (2013). Si bien los datos por metodología no son comparables, el listado de especies permite un acercamiento de lo que ha venido sucediendo con la población aviar en el área.

En el primer trabajo, Quinteros (1992), la tesis titulada “Determinación de los patrones de uso temporal y espacial de los cultivos de maíz por las aves granívoras en el campus de la UNALM” inicia el estudio formal de las aves en la universidad. Este trabajo consistió en la evaluación de los patrones de uso temporal y espacial de los campos de maíz por parte de las aves que consumían granos, enfocándose en la preocupación de éstas especies como plagas y el daño que producían en el cultivo de maíz. Se establecieron 27 transectos en campos de cultivo y se tomó especial interés en los campos de maíz. Se realizaron censos por transectos, previamente definidos, para obtener los datos de distribución de la avifauna; se tomaron en cuenta las aves vistas durante el recorrido sobre el transecto, registrando especies y número de individuos por especie.

El siguiente estudio, inicia en el 2009 y concluye el 2011, por el Laboratorio de Ecología de Procesos (LEP); realiza evaluaciones mensuales en el campus de la UNALM, con el fin de registrar la avifauna de la zona. Se establecen 40 transectos en todo el campus (áreas agrícolas, urbanas y naturales). El método utilizado es el de transectos de franja fija, para lo que el observador se mueve a lo largo de él con una velocidad aproximadamente constante, registrando las especies que aparecen durante este tiempo. Las especies que se consideran en el conteo son aquellas registradas dentro de una distancia constante a la cual se le denomina franja, siendo de 30 metros. Usando la misma metodología y los mismos transectos se realiza la tesis titulada “Abundancia relativa y diversidad de la avifauna como indicadores del estado del ecosistema: campus de la Universidad Nacional Agraria la Molina” entre los años 2011-2012 (Castillo, 2013).

Dentro de los principales modificadores del paisaje original se encuentran los procesos asociados a la urbanización, estos procesos afectan la composición y estructura de la comunidad de fauna y flora, siendo incluso peligroso para la diversidad del lugar (Marín, 2005; Leveau y Leveau 2006). Por ello se buscan trabajos equivalentes temporalmente con los cuatro puntos de observación de la estructura de paisaje.

Se generó la lista de las especies presentes en cada punto de observación (relacionadas con los mapas generados anteriormente). Se incluyó tablas comparativas de la riqueza taxonómica para así observar la variación en las especies a lo largo del tiempo.

3.3.4. Relación del análisis en el tiempo del paisaje y la riqueza específica de las especies de avifauna en el campus de la Universidad Nacional Agraria de la Molina.

Dado que las aves poseen un papel de indicador de la estructura (Burel y Baudry, 2002), se relacionó la similaridad entre la riqueza de las especies con el índice a escala del paisaje, área de estudio por medio de clúster de correlación de Pearson.

Esta agrupación se valida por medio de la prueba estadística de NPMANOVA, la cual es una prueba no paramétrica que permite diferenciar significativamente entre dos o más grupos, en función de cualquier medida de distancia (Anderson, 2001). La significación se calcula mediante la permutación de la pertenencia al grupo, con 9.999 réplicas (Hammer, 2012).

Se procede a evaluar la relación de las variables con la riqueza de las especies por el coeficiente de Pearson a través de la tabla de correlación (McGarigal *et al.*, 2012). Esta tabla es una matriz que presenta las correlaciones entre todos los pares de columnas. Los valores de correlación se dan en el triángulo inferior de la matriz (Hammer, 2012).

La significación de esta prueba se calcula utilizando una prueba t de dos colas con $n-2$ grados de libertad. Después se obtiene los índices con las correlaciones significativas.

Teniendo en cuenta que estas relaciones se dan en condiciones constantes se procede a realizar pruebas de regresión múltiple para cada especie de aves, teniendo como variables independientes a los índices de estructura de paisaje con correlación significativa y como variable dependiente la Riqueza específica. Esto se da para observar el comportamiento del tiempo de las variables de paisaje y la riqueza de especies aviares.

3.3.5. Análisis de la tendencia de cambio del paisaje con un rango de tiempo determinado (modelo estado- transición).

Para comparar la proporción de cambio se selecciona dos años, en este caso se tomó el intervalo 2003 - 2011, porque se cuenta con mayor información para ambos casos además de no ser temporalmente cercanos.

Se determinó el tamaño óptimo de la muestra al azar que se tomó de ambas imágenes, los puntos georreferenciados son los mismos para ambos años. Se interceptó los puntos con las imágenes clasificadas, determinando así el tipo de clase al que pertenece. Se realizó la prueba de tamaño de muestra óptima estadísticamente para que todas las clases estén representadas (Blair y Taylor, 2008), tanto en 2003 como 2011 (anexo 22).

Se generó dos tablas que se compararon. Se observó la permanencia del punto georreferenciado en una determinada clase o su transición de una clase a otra. Con estos datos se generó una matriz de probabilidades que contrasta los dos años. Dentro del total de puntos muestreados se tienen en cuenta el número (dentro de la muestra) de puntos que pertenecen a una clase para el año de inicio, basándose en eso determina la proporción de puntos que cambia o permanecen para el siguiente año.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS PREVIOS

4.1.1. Área de estudio

El estudio se desarrolló en el campus de la Universidad nacional Agraria de la Molina ubicado en el distrito de la Molina- Lima, con una extensión actual aproximada de 230 hectáreas. En el presente trabajo no se evaluó el área perteneciente a la UNALM que se localiza entre la Av. Raul Ferreo y Av. Los Fresnos, en la cual se ubican algunos campos experimentales y el Vivero Forestal. Pero al delimitar el área de estudio se tiene en cuenta 15 metros aproximados desde la pared o reja de delimitación, lo cual tiene en cuenta como límite a las avenidas o calle que la rodean, en el caso de no existir se mantienen un búfer de 15 m. El área total evaluada fue de 178 ha.

La investigación se realizó a escala de 1:13,000. El paisaje a trabajar es un sistema abierto, es decir, los límites usados no son determinados por el ciclo de las especies a estudiar (aves), sino por la delimitación por jurisdicción del campus de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

El paisaje se puede catalogar como periurbano dentro del área de estudio, por las actividades que se realizan y por el tipo de cobertura - uso que se observa. Este paisaje era característico en los años 70, después de la explosión poblacional que sucedió en Lima los alrededores se urbanizaron dramáticamente hasta el año 2011. En este sentido el campus de la UNALM tiene un cambio a la urbanización más lento por motivos socioculturales propios de la universidad, por ello aún se pueden mantener un paisaje típico de la época antes de la urbanización. Por esto se puede considerar una isla de la memoria histórica, en medio de una metrópoli creciente.

4.1.2. Zonificación como resultado del análisis cualitativo de urbanización en el área periférica de estudio.

Se analizó la variación ocurrida en las zona colindante al área de estudio, para tener una perspectiva de lo que acontece fuera de los límites del campus de la UNALM, posiblemente existe influencia del área externa sobre la zona interna. En base al análisis, de la periferia, se reconoció cuatro zonas marcadas de cambios (figura 6) y se puede ver en el Anexo 5 y 6.

Zona A. Terrenos de la Universidad Nacional Agraria, AAHH y Cerro, donde el cambio es mínimo y es causado por invasiones para construir viviendas y existen áreas que no han variado en el tiempo dado que se usa para la investigación de otras instituciones, estas son terrenos para cultivos.

Zona B. Terrenos de institutos de investigación y desarrollo de temas Agrarios, donde el cambio es mayor que en la zona anterior, debido a que desde un inicio se planificó que estos institutos de investigación estén cercanos a la Universidad Agraria (Olcese, 2002), aquí se encuentran campos de cultivos que no han variado significativamente en el tiempo y laboratorios. Se observa un leve incremento del área construida, dentro de esta zona, las cuales son áreas urbanizadas que colindan con estos institutos.

Zona C. Urbanización Rinconada Baja y la Estancia; el cambio es drástico desde 1970 al 2003 por el proceso de urbanización que se llevó a cabo en La Molina. En esta zona los cercos vivos generan unidades de áreas cultivables, en algunos casos estas áreas se conservan constituyéndose en una sola propiedad, mientras que otras han sido subdivididas en propiedades más pequeñas. En esta zona, se conserva un alto porcentaje de área verde por vivienda. Entre el 2003 y 2011 se observa que los terrenos con suelos descubiertos están siendo lotizados.

Zona D. Urbanización La Molina Vieja y El Remanso, el cambio es dramático desde el 1970 hasta el 2003, esta era una sola hacienda, La Molina (Tord *et al.*, 2009). Esta zona esta totalmente urbanizada y las áreas verdes son pequeñas y dispersas. Lo perenne en esta zona es el cerro que es un área amplia de suelo descubierto.



Figura 6. Esquema de la zonificación como resultado del análisis cualitativo de urbanización en el área periférica de estudio

Según los resultados, la UNALM ha tenido de cambio de paisaje muy lento a comparación de las zonas colindantes. “En la memoria de los habitantes de La Molina (antes de ser distrito) se recuerda que estaba dominado por extensos y verdes cañaverales, florecientes sembríos de algodón y maíz, cultivados por cientos de trabajadores durante sus duras faenas en los campos surcados por vistosos chalanos cabalgando sobre sus caballos de paso peruanos que era la herramienta más noble del trabajo agrícola” (Revoredo, 2012). Hasta lo que se ve en el 2011, una población de 153,133 habitantes (Municipalidad de la Molina, 2012) y nuevas urbanizaciones que cuenta con lagunas artificiales producto de la extracción de material de construcción. Si bien el distrito cuenta con amplias zonas verdes fuera del campus de la UNALM, el paisaje ha cambiado drásticamente en el rango de tiempo que este estudio abarca.

4.1.3. Matriz de confusiones, evaluación del error

En la matriz de confusiones (Cuadro 4), los valores en filas representan las clases reales y en columnas (en la parte izquierda de la tabla) las clases obtenidas tras la clasificación. Se interpreta como el número de pixels que perteneciendo a la clase *i* (localizado en filas) han sido adjudicados a la clase *j* (localizado en columnas). En la parte derecha de la tabla aparece:

N_i : es el número total de pixeles de cada clase, el porcentaje de pixeles clasificados correctamente para cada clase.

$(n_i)c_i$: es el número de pixeles que han sido clasificados a una clase i , pero en realidad pertenecen a otras clases.

$(nic)_i$: es el número de pixeles pertenecientes en la realidad a una clase i pero han sido adjudicados a clase en la clasificación.

$n_i/N_i * 100$: es el porcentaje de pixeles clasificado de una clase entre los que realmente pertenecen a esa clase.

La última fila presenta la totalización de estos resultados. Los cuales indican que el 87% de pixeles han sido clasificados correctamente en todas las clases, con la metodología realizada.

Cuadro 4: Tabla de Confusión de la clasificación del 2011. "Elaboración propia"

Clasificación	Estructura humana	Estructura Vegetativa	Fuente de agua	Suelo descubierto	Vegetación cultivada	Ni	(ni/Ni)* 100	(ni)ci	(nic)i
Estructura humana	27	1	0	2	1	31	87%	4	3
Estructura vegetativa	0	22	0	2	2	26	85%	4	5
Fuente de agua	0	1	2	0	0	3	67%	1	0
Suelo descubierto	3	0	0	22	0	25	88%	3	5
Vegetación cultivada	0	3	0	1	31	35	89%	4	3
Total	30	27	2	27	34	120	87%	16	16

4.2. ANÁLISIS DE ÍNDICES DEL PAISAJE Y SU VARIACIÓN EN EL TIEMPO.

4.2.1 Análisis del paisaje por año a escala de clase

4.2.1.1. Análisis del año 1970

4.2.1.1.1 Índices según Composición a escala de clase del año 1970

La clase de Vegetación Cultivada (VC) que la matriz del paisaje, debido a que ocupaba el 54.78% de la superficie total de estudio (PLAND) en el año 1970, como se ve en la figura 7. Dentro de ese porcentaje el 87.43% corresponde a la cobertura campo de cultivo y el 12.34 % de la clase vegetación cultivada es jardín (ANEXO 12). Esta clase

posee el mayor valor del índice parche más extenso (LPI) con 5.70 % de la superficie total de paisaje, dado que predomina en el área de estudio la cobertura cultivada. Esta composición de la cobertura cultivada (algodón , maíz y otros) refleja lo descrito por Olcese (2002) al remarcar la excelente calidad de tierras, clima favorable y cercanía del campus de la universidad y la zona urbana de Lima, el cual se destinaria para la investigación, experimentación y educación de los conocimientos técnicos y agrícolas.

El ambiente era típicamente rural en las etapas previas al inicio del proceso de urbanización del distrito de la Molina. Y si bien, se contaba con jardines, éstos se limitaron a acompañar unas cuantas instalaciones urbanas, las cuales eran muy bien cuidadas, según comentarios de los trabajadores de la época.

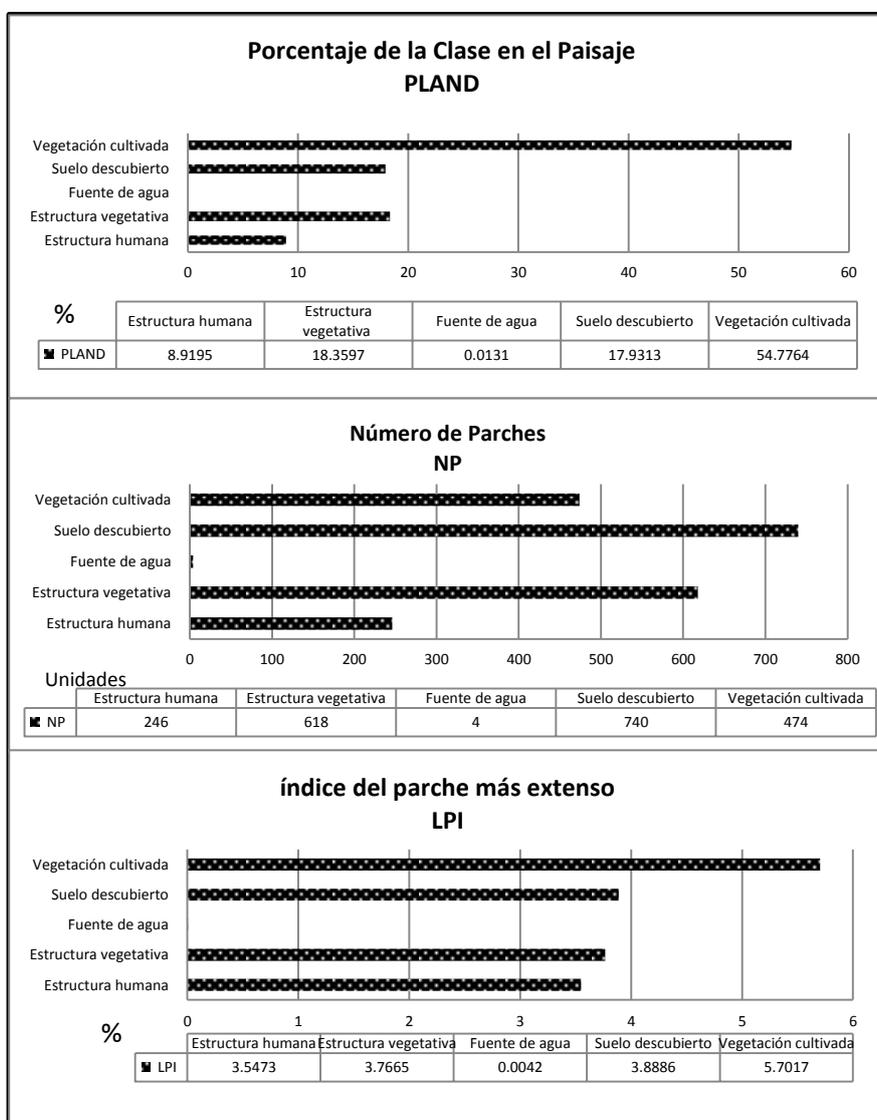


Figura 7. Índices de Composición (NP, PLAND, LPI) de las clases presentes en el año 1970

La clase Estructura Vegetativa (EV) ocupaba el 18.36% de la superficie total del paisaje en el año 1970. Aquí predomina la cobertura arbórea con 58.60% de esta clase y 34.8% es vegetación oportunista (ANEXO 12). El número parches (NP) es 618 unidades, siendo el segundo más abundante por estar distribuido por toda la zona como divisores de áreas.

Si bien el presente estudio registra desde 1970, esta clase ha sido intervenida por el hombre probablemente con el Señorío de Lati o Ate (1100 años d. C.). En esta época el antiguo peruano, no solamente modificaba el paisaje, sino además, en el desarrollo de un equilibrio ecológico con el medio ambiente.

Los antiguos peruanos como los Ichma y otros que le antecedieron, realizaron construcciones de canales y acequias las cuales ganaron para la agricultura la amplia terraza aluvial sobre la que se asienta el distrito de La Molina; y tan importante económicamente, fue asiento de haciendas y fundos durante la colonia y la república (Anexo 14). Según Tord *et al.* (2009) explica que "Si bien con la llegada de los españoles este equilibrio se rompió, explotándose los recursos hasta su aniquilamiento por extracción de los recursos naturales, cuyo interés de explotación lucrativa viene como consecuencia de la implantación de modos de vida foráneos". Además se podían ver cañaverales junto a la avenida que, según narran, permitía delimitar los bordes de la pista con la universidad (dado que no se contaba con paredes ni rejas como se ve en el anexo 23) según comentan los alumnos y trabajadores de la época del 70 (Anexo 21). Ellos también resaltarán la presencia de árboles grandes (posiblemente sobrevivientes de muchas décadas) que tenían función de cercos vivos y aunque la tierra cambiaba de dueño estos permanecían constantes.

La clase de Suelo descubierto (SD) cubre el 17.93% del paisaje total. Es la clase más dividida con 740 unidades y está dispersada por toda el área de estudio. Esta clase tiene un porcentaje muy cercano a la clase Estructura Vegetativa, pero su única función es de caminos por los campos de cultivo o construcciones y espacios sin uso. Esto se debe a que naturalmente predominó SD, debido a que la zona en estudio está ubicada en la región denominada Desiertos Tropicales (Tord *et al.*, 2009), pero ante la regulación y distribución racional del flujo acuífero, del poblador prehispánico por medio de la construcción de una compleja red de irrigación distribuida por toda la cuenca del Rímac a fin de abastecer las grandes extensiones de tierra cultivable ubicadas a ambos lados del río.

La clase Estructura Humana (EH) tiene el 8.91% del paisaje total en estudio para el año 1970. Dentro de este porcentaje predominan las construcciones altas con 51.18%, mientras que el asfalto y las aceras tienen el 22.3 % cada uno. Este porcentaje se da para el año 1970 debido a que en Abril de 1960 se promulga la Ley universitaria N° 13417 la cual establece la autonomía académica, administrativa y económica de la institución lo cual permitió generar convenios y recibir donaciones para crear una oficina de Planificación de la ciudad universitaria, pero solo se contó con la primera etapa de la construcción. Se contaban con instalaciones de investigación, docencia e internado de alumnos, además con viviendas de los obreros las cuales eran llamadas rancherías, bastante precarias. Estas rancherías fueron trasladadas a MUSA entre 1966-1974 en un proceso lento (Olcese, 2002).

La menor cobertura corresponde a la clase Fuente de Agua (FA) con 0.01%, por contar con tan sólo cuatro pozos de piscicultura, pertenecientes a la facultad de pesquería, desde 1966 (Olcese, 2002).

Aunque no estaba dentro del área del presente estudio es importante mencionar la presencia de una laguna de aproximadamente 400 hectáreas en la Molina Vieja. Esta era una zona de caza de patos hasta la década de los 50'. La desaparición de esta laguna, como muchas que existieron en la costa peruana, fue causada por la falta de uso y la desvalorización de los productos que estos relictos ofrecían. También contribuyeron con su desaparición los procesos de urbanización así como el excesivo bombeo del agua del subsuelo y los desecamientos artificiales con fines agrícolas, de urbanización y finalmente al proceso de contaminación" (Tord *et al.*, 2009).

4.2.1.1.2 Índices según Configuración a escala de clases del año 1970

En general los índices no tienen variación marcada, a excepción de la clase Fuente de agua debido a la poca representación en la cobertura que tiene en el año 1970, como se ve en la figura 8.

El índice de forma (SHAPE) es cercano a 1 para todas las clases. Pero la clase Fuente de agua es de forma regular con 1.41 lo cual indica que es cercana a la forma rectangular,

mientras Suelo descubierto es de forma irregular con 1.89. El índice de forma tiene una importancia primordial e incluso a veces se considera más relevante que al tamaño que esta condicionado por la actividad humana y las condiciones naturales (topografía, litología, etc.). El dominio de las condiciones naturales favorece las formas curvilíneas e irregulares, en contraposición, el dominio de la actividad humana las cuales supone mayor presencia de formas rectilíneas (Shape cercano a 1). En general, una actividad humana moderada favorece la diversificación de las formas; en cambio, una actividad humana intensa supone una simplificación de la variabilidad. (Forman, 1995). Para esta época en su mayoría, las áreas son rectangulares y bien delimitadas.

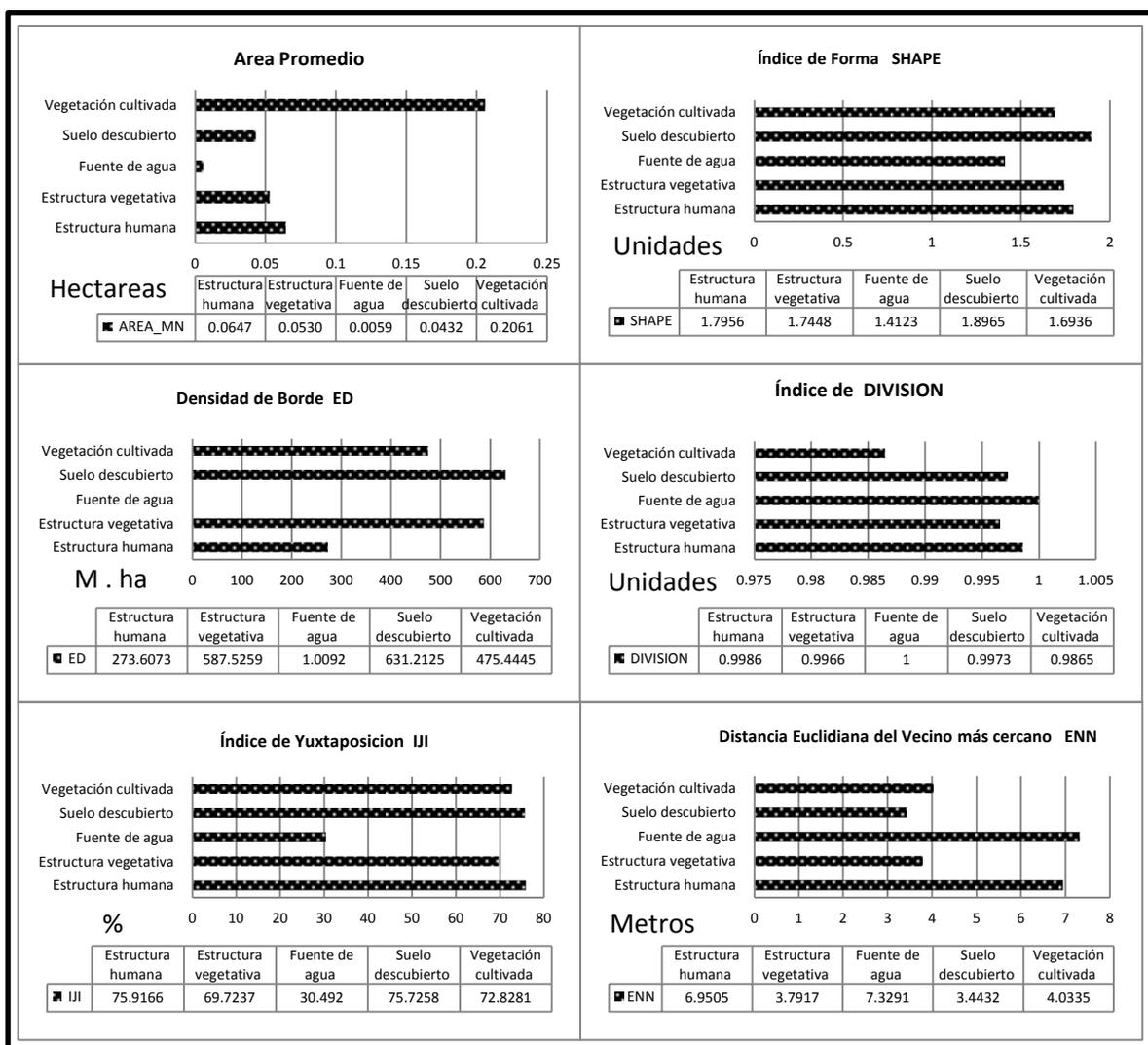


Figura 8. Índices de Configuración (AREA, SHAPE, ED, DIVISIO, IJI, ENN) de las clases presentes en el año 1970.

La clase Estructura Humana y Suelo Descubierto poseen los valores más altos en el índice de Yuxtaposición (IJI), 75.92% y 75.73% respectivamente, y la clase Fuente de Agua posee el valor más bajo (30.49%) por lo que es el menos disperso y mezclado. Este índice indica que el porcentaje de dispersión y mezcla; está en relación a otras clases debido a la naturaleza de las mismas. Si bien uno de los principios centrales de la ecología del paisaje es que los procesos se deducen de la distribución geográfica, puede que no sea tan sencillo interpretar en paisajes urbanos, donde las actividades humanas trascienden las fronteras del hábitat (Andersson, 2006). En este sentido, la clase Estructura Humana está focalizada en el centro de la zona de estudio, por la alta actividad antrópica que posee su distribución permitió la facilidad de acceso a las otras clases con influencia humana, ya sea por pre diseño arquitectónico del paisaje en el caso de EV (árboles), para facilidad accesibilidad a áreas de investigación en el caso de la clase VC (campo de cultivo experimental o viveros), y en el caso de Suelo Descubierto (que aumenta la accesibilidad y desplazamiento humano a otras áreas dado que incluyen trochas o caminos no sementados).

El índice de División es cercano a uno en todos los casos, posiblemente por la escala. Se puede observar que la clase Vegetación Cultivada es la de mayor cohesión entre sus parches (0.9865 u). Esta clase está dividida entre otras razones por la presencia de los cercos vivos y caminos de tránsito para humanos los cuales dividen la clase. Estos cercos vivos tenían la funcionalidad de protección para los cultivos (Ibero y De la Puente, 1999), por ellos su índice de Forma es 1.7448 el cual es más cercano a uno, en comparación del Suelo Descubierto (1.8965), debido a la gestión que se le daba como es el caso de la poda.

La distancia euclidiana (ENN) mayor es la clase Fuente de Agua con 7.33 m debido a tener parches pequeños y agregados uno a otros. El siguiente es la clase Estructura Humana (6.95m) la cual está agregada a un solo lado, pero al tener medidas extremas desvirtúan el promedio. Para las otras clases los valores son menores: Vegetación Cultivada (4.03 m); Suelo Descubierto (3.44 m); y Estructura Vegetativa (3.79 m). Las cuales indican cercanía, siendo de mayor continuidad la clase Suelo Descubierto el cual es usado como camino para el hombre, y Estructura Vegetativa por su función de cerco vivo el cual permite el refugio de muchas especies de aves, lo cual depende de la estructura y composición del cerco (Bennett, 2004).

4.2.1.2. Análisis del año 2003

4.2.1.2.2. Índices según Composición a escala de clase del año 2003

La clase Vegetación Cultivada (VC) es la matriz, con el porcentaje de 47.54% del paisaje total (PLAND) para el año 2003, como se ve en la figura 9. De este porcentaje el 63.8% es cobertura de campo de cultivo y el 16.57% es cobertura jardín con respecto a la clase cultivada.

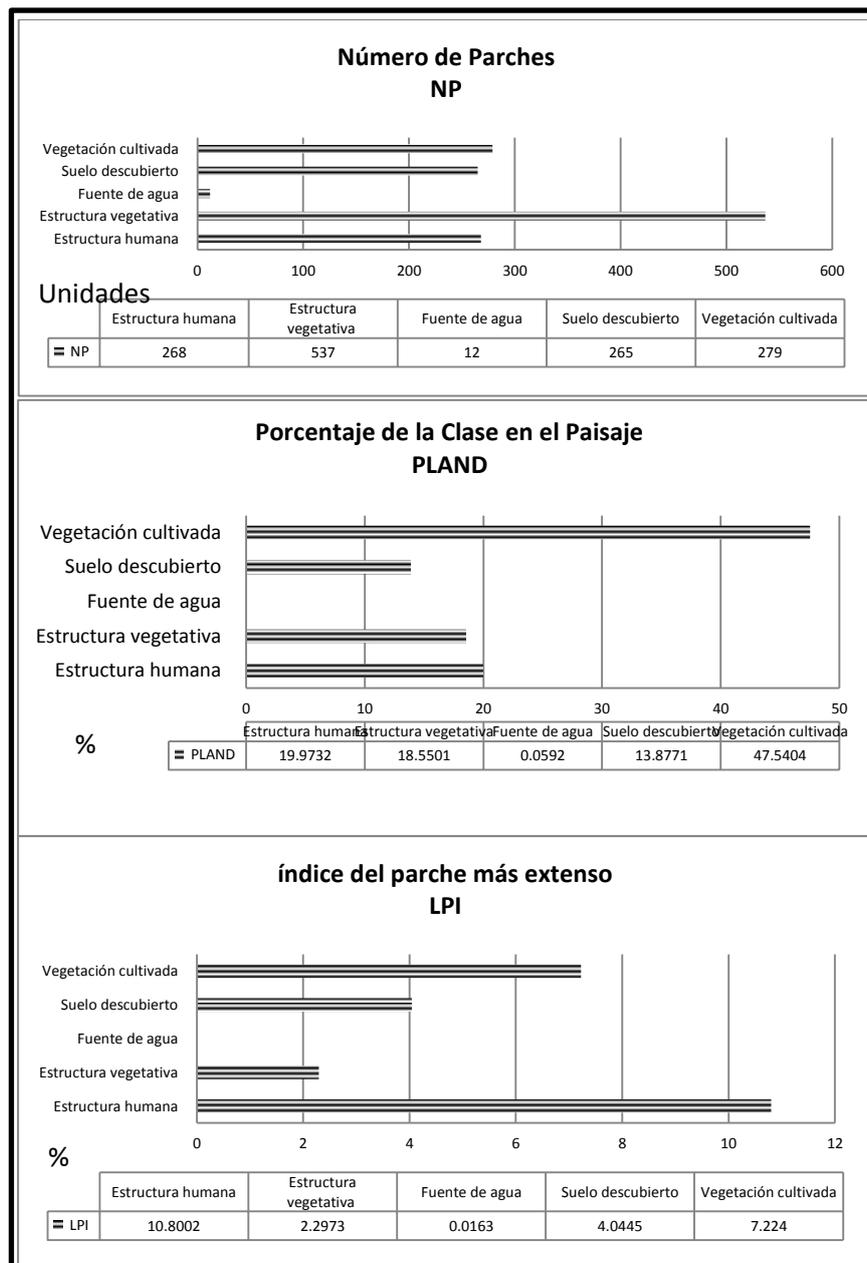


Figura 9. Índice de Composición (NP, PLAND, LPI) de las clases presentes en el año 2003.

Además, esta clase es la segunda más fragmentada (DIVISION: 279). No posee el parche más extenso de las clases (LPI=7.2%), por no ser el más predominante (como lo indica LPI) de la clase a comparación del año 1970, esto se puede deber a la adquisición de un fundo y terrenos adjudicados por la reforma agraria en marco el programa Universidad para el Desarrollo, sumando la política de descentralización de la institución según lo indican las memorias anual del rector Dr. Flores Mere (1991) sumado al cierre de programas de investigación o fusión para lograr reducir los gastos (Olcese, 2002). Por todo lo anterior pueden haber disminuido áreas de cultivos para investigación en el campus de la UNALM. Aunque a pesar de lo anterior esta clase posee mayor unidad (es decir LPI mayor de la clase) es el campo de cultivos de frutales.

La clase Estructura Humana posee el 19.53% del paisaje total en estudio. Dentro de esta clase predomina la cobertura de aceras con un 38.5%, la cobertura de contrucciones altas con 33.39% y de asfalto 23.94%. Esta clase es predominte por la presencia del parche más extenso (LPI) de toda la cobertura del paisaje con 10.80% del paisaje total. Este aumento se debe que no se dejo de investigar y proyectarse al sector agrario a pesar de las limitaciones de inversion y apoyo por orden de políticas estatales, tanto en el Gobierno Militar como la crisis económica nacional del año 1985 a 1990 y la recesión del gobierno de Fujimori que se fue agudizando hasta el fin de su mandato en el año 2000. (Memoria anual del rector, 1991).

Si bien por estos motivos se limitaron los planes de planificación del campus, la demanda de los estudiantes por la infraestructura fue mayor debido a su crecimiento poblacional con ya 5141 estudiantes inscritos hasta el 2002 (Anexo 15). Aumentando la infraestructura por la necesidad y ejecucion de la construccion de las murallas periféricas al campus en el año 1977, el auditorio y salones (Olcese, 2002). Además se construyen canales de regadío para evitar el uso de agua de pozo al regar (Memoria anual del rector, 1991), es decir los canales de tierras rodeados de la clase Estructura Vegetativa se reemplazó por cemento, al igual que se cementó los caminos antes de tierra . Siendo el motivo por el cual LPI de cobertura de Estructura Humana es el predominante (por la continuidad de coberturas como veredas, pistas que están interconectadas entre sí).

En tercera posición la clase Estructura Vegetativa posee un 18.55 % del paisaje total. Dentro de esta clase el 52.56% y 42.89% es la representatividad de estructuras arbóreas y vegetación oportunista respectivamente. La clase EV es la más fragmentada (DIVISION: 537u), teniendo en cuenta que su parche más extenso: el 2.297% del paisaje total. Esto sucede dado que la clase Estructura Vegetativa ya no se le da el uso de cerco vivo de protección para cultivos, como años anteriores, por ello la clase pierde continuidad. Además, según los comentarios de los trabajadores de estos años, se tenía una gestión que no promovía el mantenimiento de la clase, posiblemente por temas presupuestales como lo indican las condiciones políticas de esos años.

La clase Suelo Descubierta posee el 13.18% del paisaje total, siendo su parche más extenso de 4.0%. Esta cobertura posee una presencia en el paisaje baja, ubicados en áreas donde predominaban los campos de cultivo o ganado (las cuales son zonas no urbanizadas de la universidad).

4.2.1.2.2. Índices según Configuración a escala de clase del año 2003

El valor del índice de forma (SHAPE) más regular es la clase Fuente de Agua con 1.59u. dado que es un valor cercano a 1u. por lo cual su forma es cercana al cuadrado. El valor que indica mayor irregularidad pertenece a la clase Suelo Descubierta con 2.59u, observado en la figura 10. Esto concuerda con la teoría del paisaje, dado que las fuentes de agua presentes son de origen antrópico, mientras el suelo descubierto tienen como origen procesos naturales que pudieran definir su resiliencia, por ende su permanencia en el área de estudio. El índice de forma es ampliamente aplicable en el paisaje de la investigación ecológica (Forman y Godron, 1986).

El índice de Yuxtaposición para la clase Fuente de Agua es 92.817% de mezcla en el paisaje total, el más alto de todas las clases del año 2003. Este índice indica que es la clase más aglomerada y equitativamente dispersa, posiblemente por su uso. Ya no solo para piscicultura, como en 1970, ahora tiene uso de reservorio para cultivo además para uso decorativo, tal es el caso de la laguna artificial decorativa frente al auditorio principal. La siguiente clase con mayor IJI es la clase Estructura vegetativa con 79.97% de mezcla, dado que ya no tienen solo función de cerco vivo protector de cultivos, si no invaden

áreas de cobertura no permeable (clase Estructura Humana), hay que tener en cuenta que no solo nos referimos a especies invasoras (Anexo 13), sino también a estructuras arbóreas y arbustivas posiblemente de carácter netamente decorativo en el medio urbano. Por otro lado la clase Suelo Descubierta posee 79.76% de mezcla, por el uso de caminos o área abandonada que se le da, la cual se genera por procesos naturales en el área a falta de la intervención humana. La clase Estructura Humana tiene 79.43% y Vegetación Cultivada con 78.61% de mezcla en el paisaje.

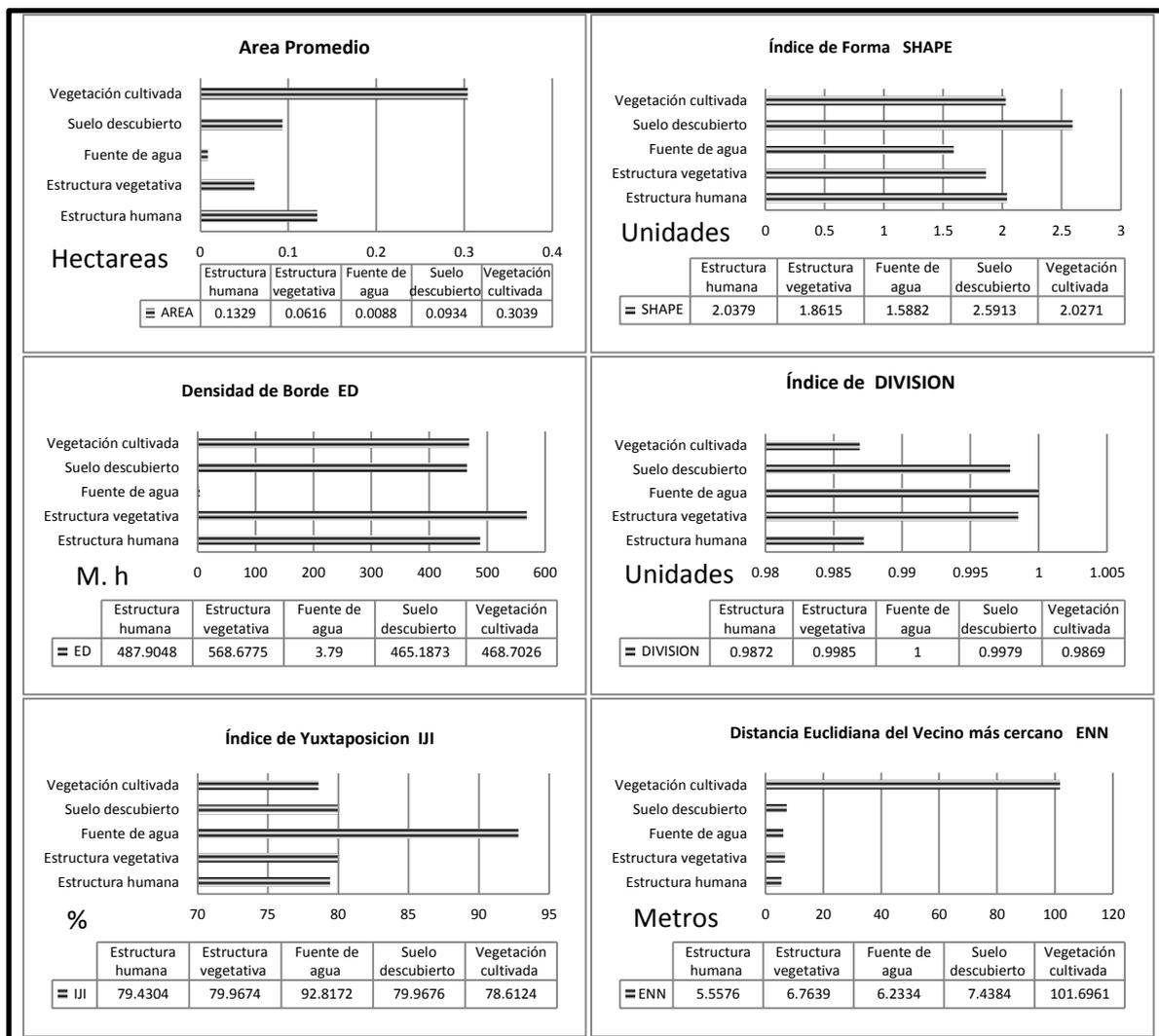


Figura 10. Índice de Configuración (AREA, SHAPE, ED, DIVISIO, IJI, ENN) de las clases presentes en el año 2003.

Al igual que el año anterior el índice División tienen valores altos, entre 0.986 y 1. La cobertura Estructura vegetativa posee el de mayor valor en Densidad de Borde (ED), con 487.90m.h siguiendo cobertura Estructura Humana con 568.68m.h.

La clase Estructura Vegetativa posee el mayor valor en densidad de borde (487.90 m.h.) dado que es característicamente invasiva y oportunista, relativa a los factores ambientales detonantes. Además, esta clase no posee una gestión planificada por parte de las políticas de la Universidad en la mayoría de áreas observadas según los trabajadores y profesores conocedores del tema, como se aprecia en la relación observada entre Estructura Vegetativa creciendo sobre Estructura Humana o por la predominancia de la relación por motivos decorativos y de diseño del campus.

La distancia euclidiana media del vecino más cercano (ENN) para Vegetación Cultivada tiene un valor alto (101.7 m). Las otras clases tienen valores bajos, lo cual indica cercanía de las diferentes clases entre sí.

4.2.1.3. Análisis del año 2008

4.2.1.3.1. Índices según Composición a escala de clase del año 2008

La clase Vegetación Cultivada (VC) cubre el 50.47% (PLAND) de la cobertura del paisaje total para el año 2008. Dentro de este porcentaje el 51.51% es cobertura de campo de cultivo y el 20.14% es jardín. Además es la segunda clase con la cobertura más fragmentado, 279 números de parches (NP), esto se debe al aumento del porcentaje de jardines entre el área urbana, los cuales aumentaron debido a la tendencia de ornamentar el campus y construir infraestructuras, para la educación y de recreación de los estudiantes. A diferencia de los centros de investigación en cultivos, los cuales se descentralizaron de Lima, permitiendo que disminuyan las campo cultivados con relación a años anteriores. Además, tienen el segundo parche más extenso (LPI) con 9.64% del paisaje total, observando el mapa clasificado esta área corresponde a campo de cultivo, lo cual indica que aún no pierde esta cobertura la dominancia en el paisaje. Todo lo anterior se aprecia en la figura 11.

La clase Estructura Vegetativa (EV) tiene un valor de PLAND en 20.48%. Dentro del cual el 17.39% es cobertura de estructura arbórea y el 14% es cobertura de vegetación oportunista. Si bien EV se ha caracterizado por mayor porcentaje de la cobertura vegetación oportunista, el cual se ha mantenido predominante en su disposición por décadas, para el año 2008 la cobertura de estructura arbórea predomina. Esto se debe a

iniciativa de estudiantes de la facultad de Ing. Forestal, los cuales generaron plantaciones de áreas forestales dentro de la zona evaluada, sumándole nodos en los antiguos cercos vivos lineales. Pero esto no significa que aumentó su interconexión dado que es el más dividido lo cual se observa en los números de parches (NP) que son 979 unidades. Este es el valor más alto del año 2008. Según lo comentado por los trabajadores de los años cercanos al 2008, no se le da mantenimiento a los cercos vivos, aunque los cercanos al área de alto tránsito de estudiantes y profesores eran podados. Se observa que la composición de los setos (cercos de protección para los campos e incluso las periferias de la universidad) estaban cubiertas de plantas trepadoras y otras plantas oportunistas. Además el LPI para la clase es de 2.7% del paisaje total.

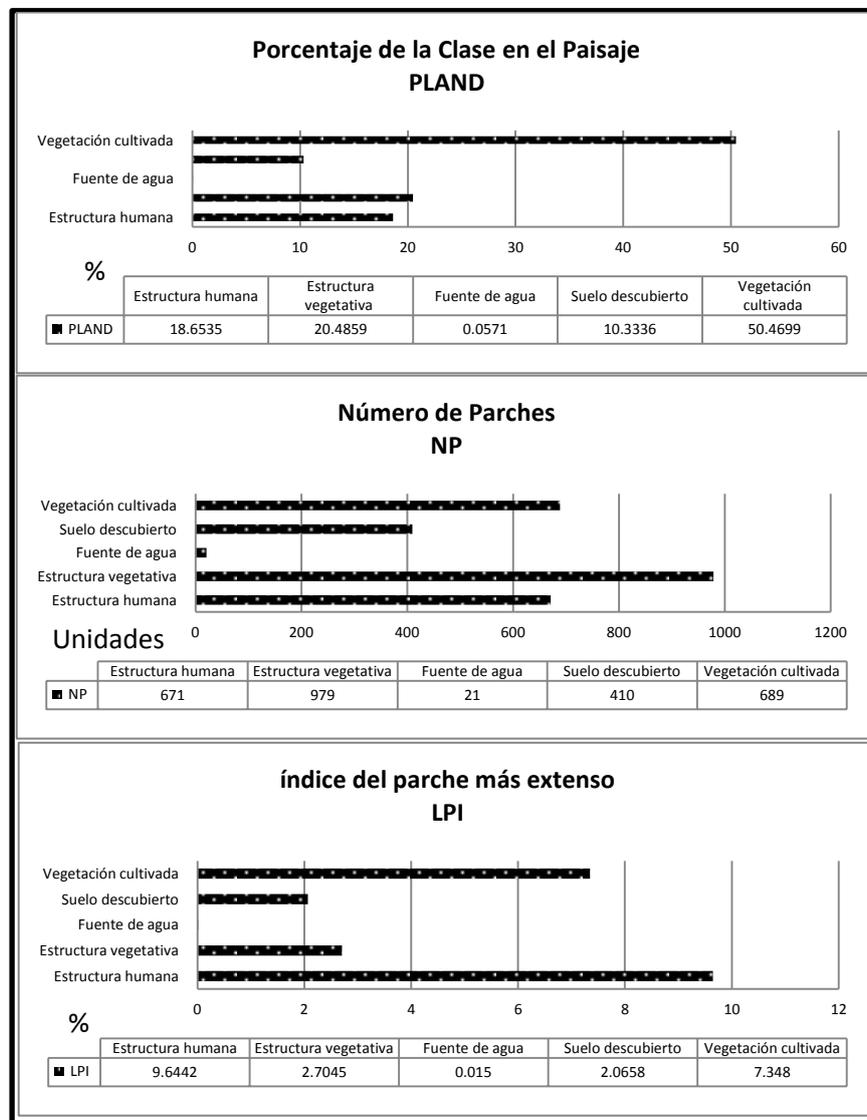


Figura 11. Índice de Composición (NP, PLAND, LPI) de las clases presentes en el año 2008.

Para la clase Estructura Humana (EH) tiene como valor de PLAND es 18.65% del paisaje total. Esta clase de cobertura tienen un porcentaje medianamente alto, si bien a comparación del año anterior desciende es posiblemente a la sobre posición de la clase Estructura vegetativa sobre Estructura Humana, ya sea por diseño o por falta de mantenimiento de la clase EV. En este porcentaje tiene la predominancia la cobertura de aceras con 16.743% de la clase, las construcciones altas cubren 38.84% y la cobertura de asfalto 25.85%. El porcentaje de las construcciones altas aumentaron, posiblemente al aumentar el presupuesto invertido en la universidad entre el año 2003 y 2008 (Anexo 16). Pero la predominancia de la clase es por tener el parche más continuo como veredas y asfalto que están interconectadas entre sí. El parche más extenso (LPI) 9.64% del paisaje total.

La clase Suelo Descubierta (SD) posee solo el 10.33% del paisaje total (PLAND), esta clase se ve influenciada por el aumento del presupuesto para proyectos de inversión se ven áreas que se convierte a jardines o construcciones no permeables.

El menor porcentaje de cobertura pertenece a Fuente de Agua (FA) con 0.057% de la cobertura total. Además, posee 21 números de parches (NP) debido a la perspectiva de observación de las imágenes mas no por el aumento a 21 unidades de pozas en el área de estudio.

4.2.1.3.2. Índices según Configuración a escala de clase del año 2008

En el 2008 el valor del índice de forma (SHAPE) de las clases en el área de estudio son cercanos a 1 dado el origen o intervención antrópica que poseen. A excepción de la clase Suelo Descubierta que posee el valor de 2.28. Posiblemente sucede por ser un medio modificado decenas de años atrás por la redistribución de flujo acuífero, el cual cuando se limita el ingreso de agua, estas áreas regresan naturalmente a su estado desértico obteniendo las características típica la clase Suelo Descubierta. Se puede observar en la figura 12.

El índice de Yuxtaposición (IJI) de mayor valor pertenece a la clase Fuente de Agua (90.23%), por la distribución de las pozas en toda el área de estudio. El uso dado en este

año e a esta clase es de reservorio de agua para cultivos, piscicultura y decorativa por lo que se distribuye por todo el pasiaje en estudio. Entre el Suelo Descubierto (80.72%), la Estructura Humana (79.76%), y Vegetación Cultivada (76.89%) el último es el más bajo en relación con los anteriores. Este índice tiene altos valores debido al uso antrópico y la no sectorización de las actividades.



Figura 12. Índice de Configuración (AREA, SHAPE, ED, DIVISIO, IJI, ENN) de las clases presentes en el año 2008.

La clase Estructura Vegetativa posee el de mayor valor en densidad de borde, con 666.32 m.ha, dado que es esta compuesta por especies vegetales invasiva y oportunista dependientes a los factores detonantes al igual que Suelo Descubierto. Y el menor valor

es la clase Fuente de Agua con 4.04 m.ha., por tener la menor extensión y tamaño de parches.

El valor del índice DIVISION de todas las clases está cercano a 1, lo cual indica un paisaje altamente dividido. Tal es el caso de clase Fuente de Agua tienen valor de 1, Suelo Descubierto y Estructura Vegetativa tienen el valor de 0.9993 y 0.9981 respectivamente.

La distancia euclidiana media del vecino más cercano (ENN) en todas las clases indica cercanía (Estructura Humana: 5.1 m., Estructura Vegetativa: 4.7 m. Fuente de agua: 5.0m. y Suelo descubierta: 4.5m). Excepto la clase Vegetación Cultivada que es 41.23 m. debido a la presencia de valores extremos lo cual afectan la media de los datos.

4.2.1.4. Análisis del año 2011

4.2.1.4.1. Índices según Composición a escala de clase del año 2011

La clase Vegetación Cultivada (VC) según su tamaño de cobertura es la matriz, con el 47.64% del paisaje total (PLAND) en estudio para ese 2011, como se ve en la figura 13. De este porcentaje el 52.68% es cobertura perteneciente a campo de cultivo, y el 17.51% es cobertura de jardín. Esta es la segunda clase más dividida, con 684 números parches (ED), esto se debe a los jardines presentes los cuales se incrementaron por ser parte los proyectos de ejecución de implementación para la mejora de la infraestructura, ya que son considerados áreas decorativas y de recreo para los estudiantes, debido a la demanda del aumento de los estudiantes y apoyado en el aumento de recurso por parte del estado (Anexo 15 y 16). Además, posee el segundo parche más extenso del paisaje con 6.44% (LPI), siendo tan predominante como la clase Estructura Vegetativa (6.22%).

La clase Estructura Vegetativa (EV) es el segundo de mayor porcentaje en cobertura con 24.75% para el año 2011. De este porcentaje el 25.2% pertenece a estructura arbórea y a cobertura de vegetación oportunista es el 15.15%. Esta cobertura de vegetación oportunista ya no es solo herbácea (vegetación al ras de la tierra, la cual es minoría), según la observación en campo hay mayor presencia de especies vegetales trepadoras (las

cuales son estacionales) que recubren la clase Estructuras Humanas e incluso a las estructuras arbóreas. Este último tipo de cobertura casi no es cuidadas (según los trabajadores, profesores conocedores del tema y observaciones en campo), en especial las pertenecientes a los cercos vivos cercanos a la cobertura campos de cultivos o periféricos a la zona de estudio. Mientras que en otras zonas se podan de una manera poco apropiada, tanto para el individuo vegetal (como el árbol), como para la función debe de tener (dar sombra). En este sentido los árboles y arbustos ya no siguen la lógica de distribución de cercos vivos rectos, divisorios y protectores de cultivos (observado en la década del 70), sino se presentan en jardines de manera decorativa la cual es aprovechada como sombra, pero no cumplen con este objetivo.

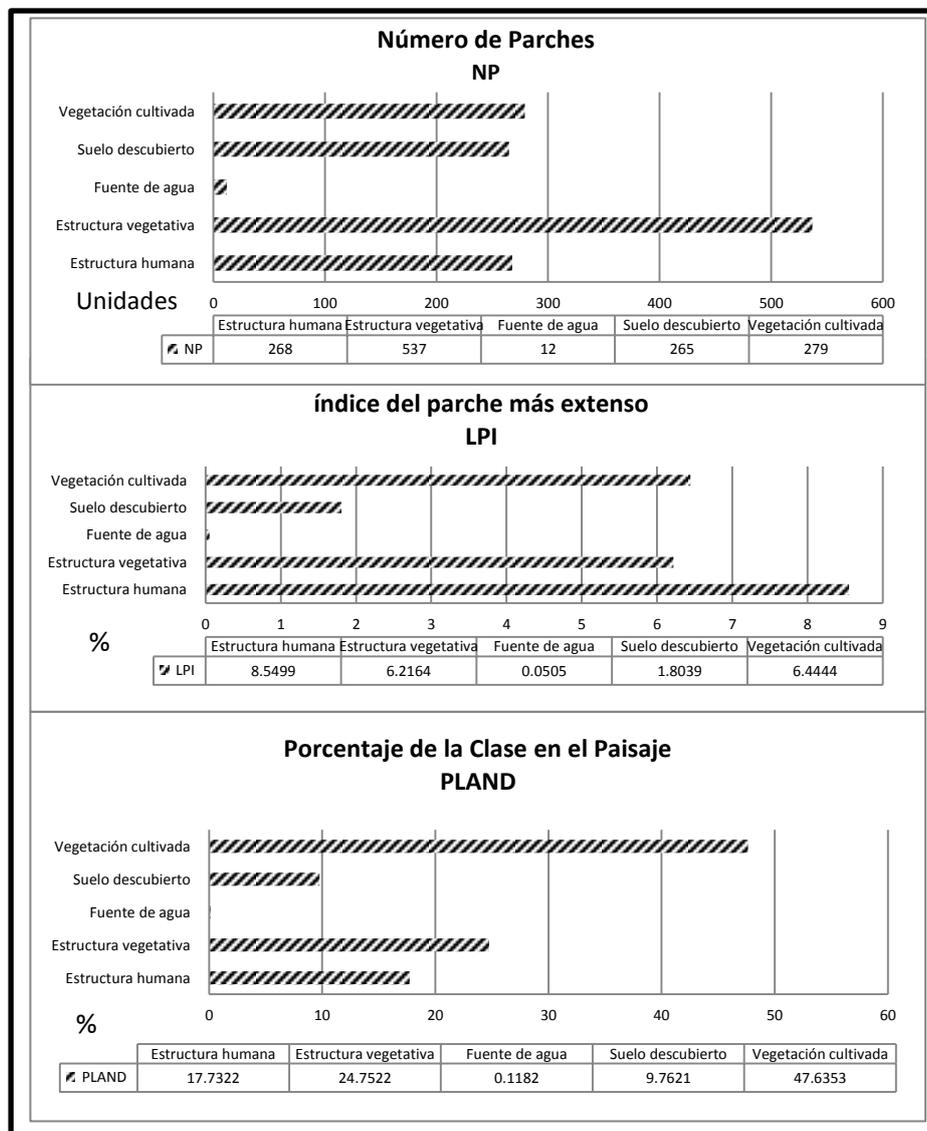


Figura 13. Índice de Composición (NP, PLAND, LPI) de las clases presentes en el año 2011.

La clase Vegetación Cultivada (VC) según su tamaño de cobertura es la matriz, con el 47.64% del paisaje total (PLAND) en estudio para ese 2011. De este porcentaje el 52.68% es cobertura perteneciente a Campo de cultivo, y el 17.51% es cobertura de jardín. Esta es la segunda clase más dividida, con 684 números parches (ED), esto se debe a los jardines presentes los cuales se incrementaron por ser parte los proyectos de ejecución de implementación para la mejora de la infraestructura, ya que son considerados áreas decorativas y de recreo para los estudiantes, debido a la demanda del aumento de los mismos y apoyado en el aumento de recurso por parte del estado (Anexo15 y 16). Posee el segundo parche más extenso del paisaje con 6.44% (LPI), siendo tan predominante como la clase Estructura vegetativa (6.22%).

La cobertura Estructura Humana (EH) tienen el 17.73 % del paisaje total (PLAND). Del cual el 13.77% es cobertura construcciones altas, el 6.39% es cobertura acera y el 8.91% es cobertura perteneciente a asfalto. Al observar los porcentajes de coberturas de cada clase esta cobertura sigue siendo más baja que a clase Estructura vegetativa, posiblemente a políticas internas de gestión del campus, dado que la inversión destinada para implementación de inversión en estructuras para la investigación y educación desde el 2009 han aumentado según los reportes encontrados. Pero se observa que posee el parche más extenso de todas las clases con 8.55% (LPI), obteniendo la predominancia en el área en estudio.

La presencia de la clase Suelo Descubierta (SD) posee el 9.76% de la cobertura total del paisaje, el cual predomina cuando las condiciones no le permiten a la Estructura Vegetativa predominar, siendo el factor limitante la presencia de agua.

4.2.1.4.2. Índices según Configuración a escala de clase del año 2011

Según los datos, el índice de forma (SHAPE) es bajo para todas las clases, de los cuales el más alto pertenece a la cobertura Suelo descubierta con 2.59, seguido de clase Estructura vegetativa y Estructura Humana con 2.03 y 2.04 respectivamente. El menor valor es para Fuente de agua con 1.59 como se ve en la figura 14.

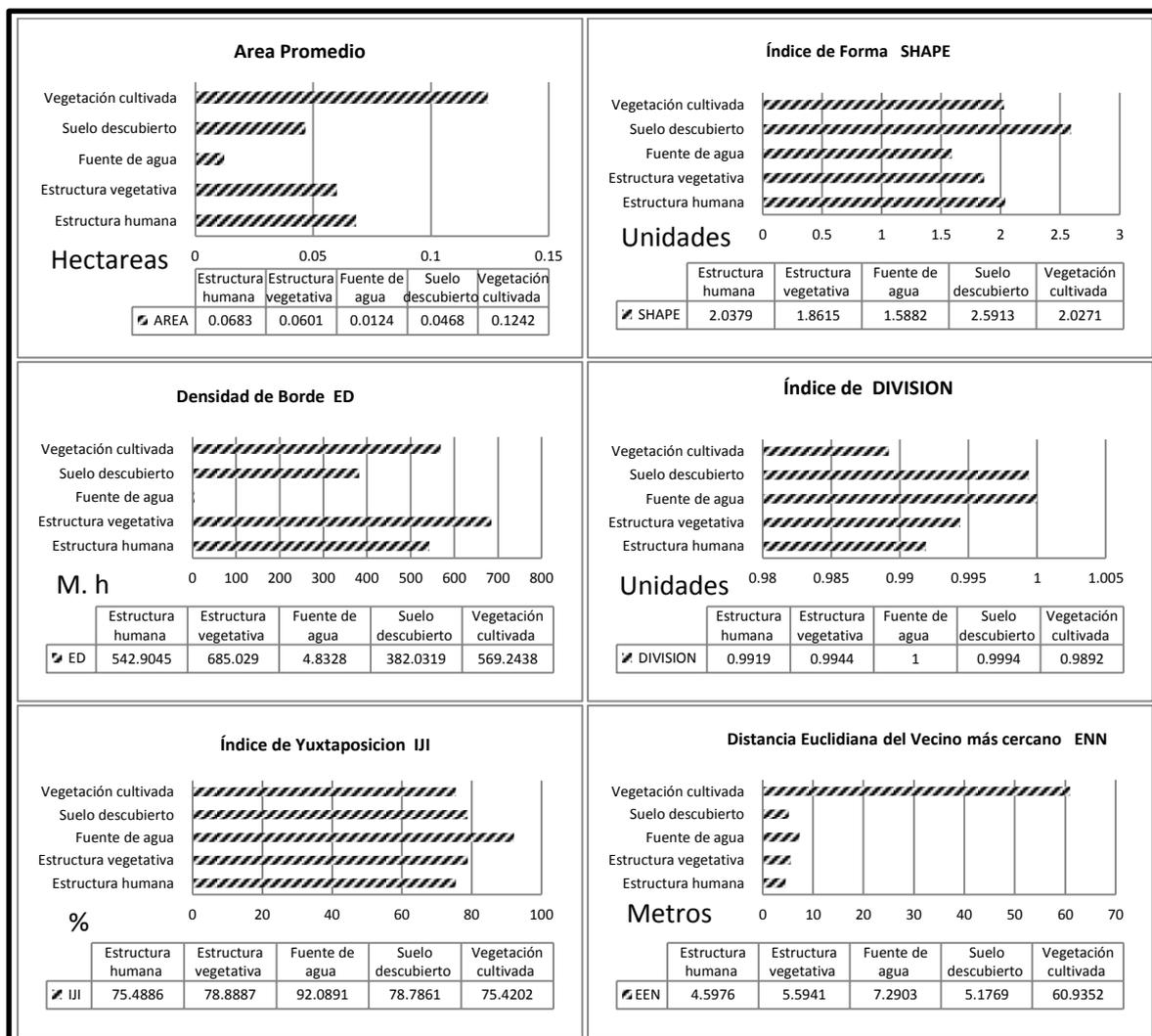


Figura 14. Índice de Configuración (AREA, SHAPE, ED, DIVISIO, IJI, ENN) de las clases presentes en el año 2011.

El índice de Yuxtaposición (IJI) con el valor más alto es para la clase Fuente de Agua con 92.09% de mezcla. La clase Estructura Vegetativa y Suelo descubierto poseen los valores 78.89 % y 78.78% respectivamente. En este sentido, la clase Suelo Descubierto facilita el acceso a las diferentes actividades antrópicas que se realizan en especial fuera de la clase Estructura Humana por ello presente este porcentaje de mezcla. Pero en el caso de la clase Estructura Vegetativa es porque ya no solo tiene una función de cercos vivos de protección, si no también decorativa la cual predomina dentro de la clase Estructura Humana, lo que permite su dispersión por todo el campus y la mezcla entre las clases.

La densidad de borde (ED) con mayor valor es la clase Estructura Vegetativa con 685.029 m.ha, esto se debe posiblemente a ser de un tipo de cobertura que no toma prioridad en gestión y cuidado del campus, cual permite su crecimiento natural y oportuno a las condiciones ambientales. Mientras las clase Vegetación Cultivada y Estructura Humana tienen el valor de 569.24 y 542.90 m.h respectivamente.

El índice de División indica que están las clases altamente divididas, con valores cercanos a 1 (Estructura Humana: 0.9919; Estructura vegetativa: 0.9944; Fuente de agua: 1).

La distancia euclidiana del vecino más cercano (ENN) para las clases son bajas, es decir los parches entre si son cercanos (Estructura Humana 4.5976 m.; Estructura Vegetativa: 5.5941 m.; Fuente de Agua: 7.2903 m.; Suelo Descubierta: 5.1769 m.). Con excepción de Vegetación Cultivada que tienen el valor de 60.9352 m. Este índice brinda información del promedio de los centros de los parches, en tal sentido si bien campo de cultivo están cercanos el hecho de poseer parches tan amplios generan distorsión en esta clase (McGarigal y Marks, 1995). La clase Vegetación Cultivada posee alto valor dado que del centro a la periferia la distancia es amplia en algunos parches, más no por el hecho de estar distanciada entre sus parches.

4.2.2. Análisis en el tiempo de los índices a escala de paisaje y clases

4.2.2.1. Análisis en el tiempo a escala de Clase

Según lo observado anteriormente se ve necesario comparar el cambio de porcentaje y área en el lapso de evaluación como permite apreciarlo en la figura 15.

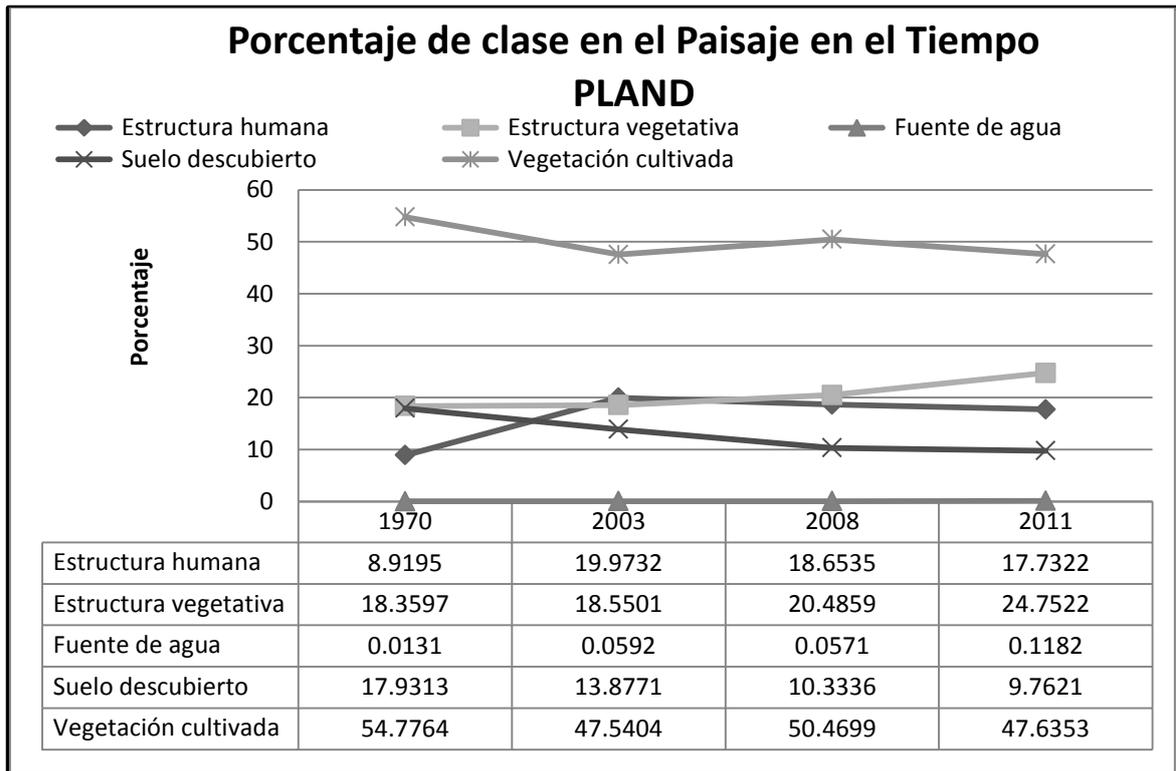


Figura 15. Porcentaje de las clases en el Paisaje en el Tiempo (PLAND)

La cobertura de la clase Vegetación Cultivada es la de mayor porcentaje en los cuatro puntos de estudio temporal, es decir es la matriz constante para el área de estudio. Por ser denominada matriz es la que le da fisonomía al paisaje (Dajoz, 2002), si bien a pesar del tiempo y la influencia antrópica esta se ha mantenido constante, pero se observa la tendencia a disminuir su extensión. Como se observa desde el año 1970 con 54.78% al 2011 con 47.64% del paisaje en estudio, el mismo comportamiento en hectareas se puede ver en la figura 16.

La clase Fuente de Agua es la de menor proporción y mínimo cambio en el área de estudio, pero se observa tendencia a aumentar su porcentaje (1970 con 0.0131% a 2011 con 0.1182 %). Esto se debe a que en los 70 existía solo investigación para cultivo de peces, las pozas encontradas eran exclusivas para este uso. En los 2000 se preocupó más por el diseño ornamental del área de estudio y se creó estanques para peces. Además, la necesidad de diseñar reservorios de almacenamiento de agua para los campos de investigación y producción. Debido a poca cantidad de agua subterránea existente en los pozos de agua (observar el plano antes de estas reformas, anexo 20).

Las clases Estructura Vegetativa y Suelo Descubierta inician con porcentajes de cobertura equivalentes (18.36% y 17.93% respectivamente), pero la tendencia del primero es a aumentar en el tiempo mientras del segundo a disminuir, como se puede observar en el año 2011 donde la Estructura Vegetativa es de 24.75% y Suelo Descubierta es solo de 9.76%.

La tendencia a aumentar en porcentaje que se observa en los resultado de la cobertura Estructura Vegetativa (1970: 18.3597 % a 2011: 24.7522 %) se debe a la interacción ecológica de los biotopos, dado que la modificación en un biotopo repercute en el vecino (Dajoz, 2002). Es decir, cuando el factor humano disminuye o se abandona una clase diferente a VC las especies vegetales características de la clase Estructura Vegetativa ingresaran a la área abandonada. Esto sucede por las condiciones ambientales, las cuales favorecen a estas especies debido a su resistencia, o por ser nativas de la zona, teniendo como característica que los setos o cercos vivos puede llegar a ser antiguos (Dajoz, 2002).

Si bien las necesidades de agua en el área son evidentes (lo cual es reconocido por autoridades, estudiantes profesores y demás trabajadores actuales) por la gestión del agua en la zona. La tendencia a sembrar jardines o aumentar las áreas contruidas ha logrado que el porcentaje de cobertura de Suelo Descubierta (SD) decrezca rápidamente hasta 2011. En comparacion con 1970, donde era tan predominante en el paisaje como los cercos vivos pertenecientes a la cobertura EV.

La clase Estructura Humana (EH) aumenta desde 1970 hasta el 2011 con el valor de 8.92% y 17.73% respectivamente. Teniendo el pico más alto en el año 2003, con el valor de 19.97% del paisaje total. Esta clase tienen influencia netamente antrópica por lo cual se recurrió a explicarlo con las políticas de gestión de infraestructura basados en el presupuesto y la demanda del aumento de los estudiante (observar el plano de 1997, anexo 19). Antes de 1970 si bien el presupuesto era limitado el apoyo permitió mantener un campus adecuado a las necesidades de la institución, entre 1970 y 2003 las políticas económicas no fueron favorables pero la demanda de instalaciones por parte del aumento de los estudiantes impulsó la necesidad que la infraestructura aumentara pero sin el plan de crecimiento adecuado. Si bien entre 2003 y 2008 la economía nacional permitió inyección de presupuesto para las mejoras en infraestructura (Anexo 16), pero las construcciones

significativas en el campus iniciaron hasta el 2011. Pero se debe tener en cuenta el aumento de cobertura de superficie no permeable hasta el año 2008, la cual de en el año 2011 decrece, por el tipo de gestión de la clase Estructura Vegetativa (como se corroboró en las observaciones en campo y comentarios de profesores conocedores del tema).

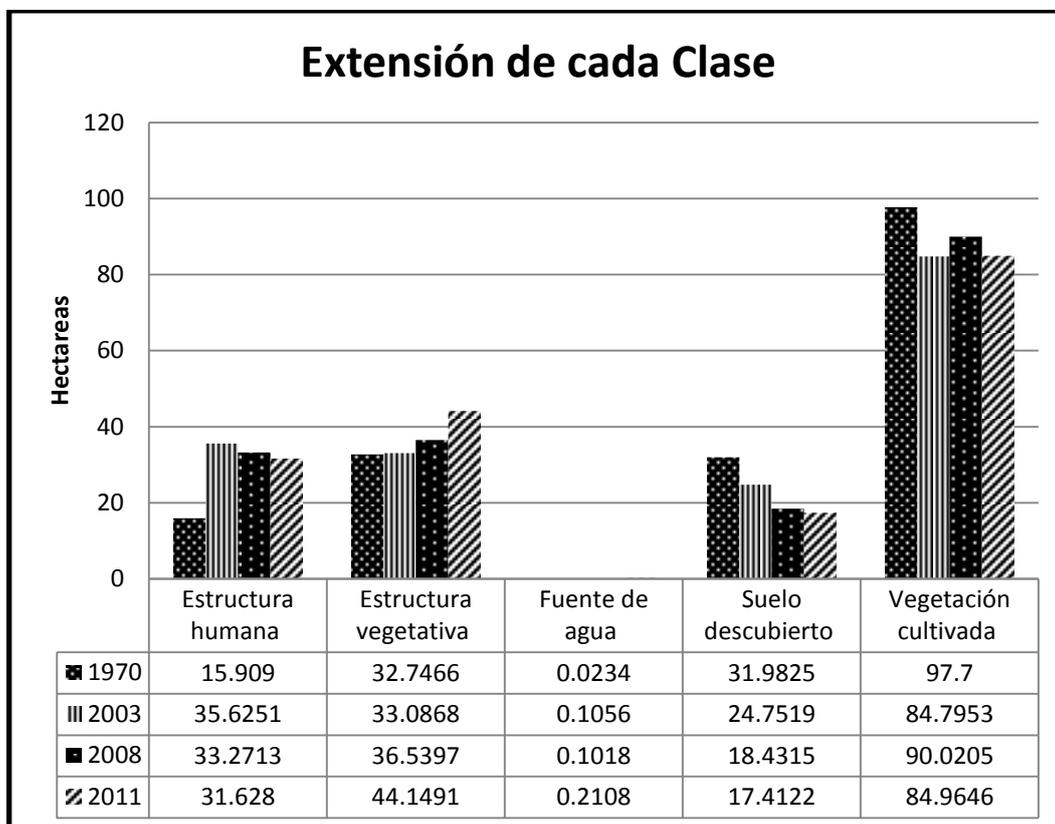


Figura 16. Extensión por hectáreas de las clases por año evaluado.

4.2.2.2. Análisis en el tiempo a escala de Paisaje

Se tienen en cuenta los tipos de índices a estudiar (Cuadro 5), los cuales según la teoría, brindan información necesaria para el estudio. En el caso de los índices de composición en diversidad, estos determinan la riqueza (PRD, PR), la diversidad (SHDI, SIDI, MSIDI) y la equidad (SHEI, SIEI, MSIEI). Cuando entre ellos son equivalentes se recomienda que se use el que mejor explique dadas las condiciones de estudio (McGarigal y Marks, 1995).

Cuadro 5: Índices según composición y configuración. “Elaboración Propia”.

Índices de composición	
Número de parche	NP
Densidad de parche	PD
Índice del parche más extenso	LPI
Riqueza de Parche	PR
Índice de diversidad de Shannon	SHDI
Índice de diversidad de Simpson	SIDI
Índice de diversidad de Simpson modificado	MSIDI
Índice de equidad de Shannon	SHEI
Índice de equidad de Simpson	SIEI
Índice de equidad de Simpson modificado	MSIEI
Índices de configuración	
Densidad de borde	ED
Área en promedio	AREA_MN
Forma en promedio	SHAPE_MN
Índice de Yuxtaposición	IJI
Índice de División	DIVISION
Distancia euclidiana del vecino más cercano en promedio	ENN MN

Se aplicó el examen de componentes principales para los índices de composición de diversidad y equidad para determinar cuál de ellos es el índice más representativo para los datos en estudio en los años analizados como se ve en la figura 17. Se selecciona el índice de diversidad de Shannon (SHDI) para estimar la diversidad e índice de equidad de Simpson (SIEI) para equidad por brindar mayor información (McGarigal *et al.*, 2012). Además se tiene en cuenta que la Riqueza de parches (RP) es un dato constante (cuyo valor es de 5), al no brinda mayor información RP no se tiene en cuenta.

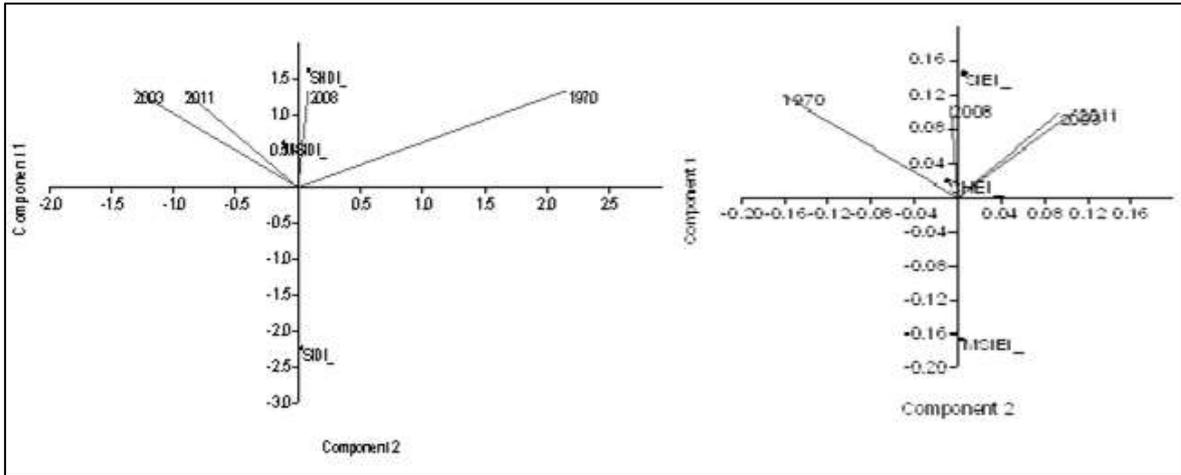


Figura 17. Análisis de Componentes Principales para los índice de composición diversidad y equidad respectivamente, para los años 1970, 2003, 2008, 2011.

De los índices que describen la diversidad del paisaje, se elige uno basado en diversidad y otro basado la equidad, observados en la figura 18. Estos datos muestran el mismo comportamiento debido a la riqueza del área, la cual permanece constante en todos los años .

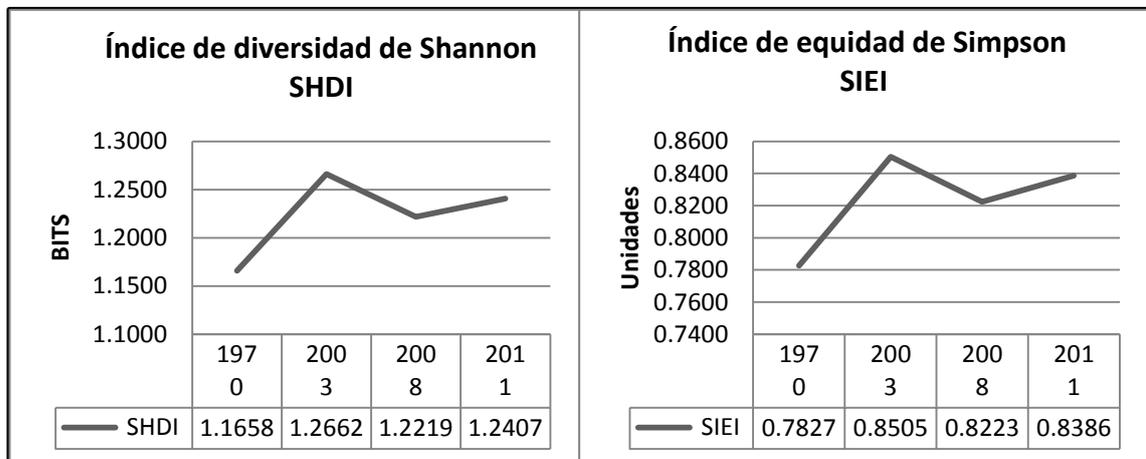


Figura 18. Comportamiento de los índices de diversidad de Shannon (SHDI) para diversidad e índice de equidad de Simpson (SIEI) en el tiempo 1970-2011.

Cuando la riqueza es contante el índice de diversidad del paisaje varía al aumentar la distribución de los parches proporcionalmente, al igual que el índice de equidad del paisaje. El comportamiento de estos índices se debe a que en el año 1970 predominaba la clase Vegetación Cultivada (equidad: 0.78), en el año 2003 ya se ve el aumento de la cobertura de construcciones perteneciente a la clase Estructura humana al mismo tiempo

que las otras áreas (equidad: 0.85). Pero en el año 2008 se observa la reducción de la clase Suelo descubierto además el aumento de clase Estructura vegetativa, por ello el valor de la equidad baja para este año.

Del análisis de Clúster se obtuvo el siguiente dendrograma con el fin de obtener las variables ortogonales a escala de paisaje. Se puede determinar dos agrupaciones con similitud mayor a 0.4: AREA, SHAPE, ENN, LPI, IJI, SIEI y SHDI; ED, PD, NP y DIVISION como se ve en la figura 19.

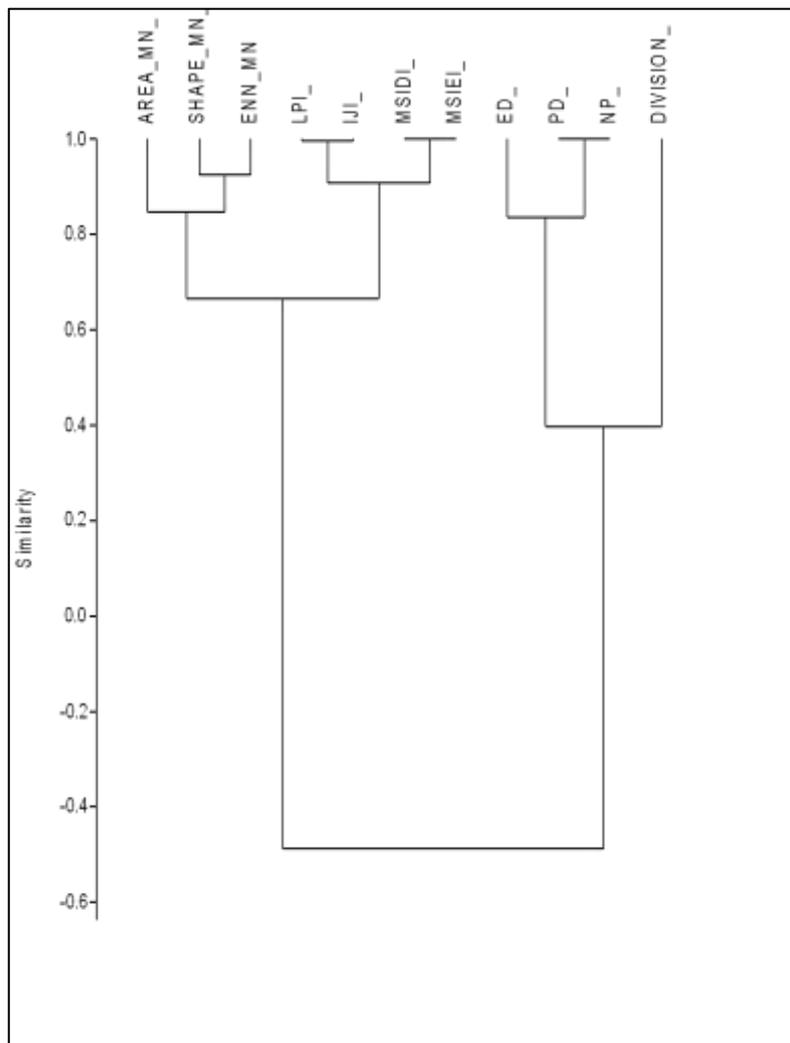


Figura 19. Dendrograma de similaridad de los índices evaluados a escala de paisaje de los años 1970, 2003, 2008, 2011. Correlación.

Se escoge una variable de cada grupo, para esto se observa el comportamiento y la variación del índice.

Del primer grupo se selecciona el índice de composición: Índice del parche más extenso (LPI). Se observa que los otros índices tienen un comportamiento parecido. Los valores mas bajos son en el año 1970, aumentando drásticamente en el año 2003 y para el año 2011 sus valores son intermedios. Las variaciones entre los años dentro de los índices no son notorias numéricamente expresado en la figura 20.

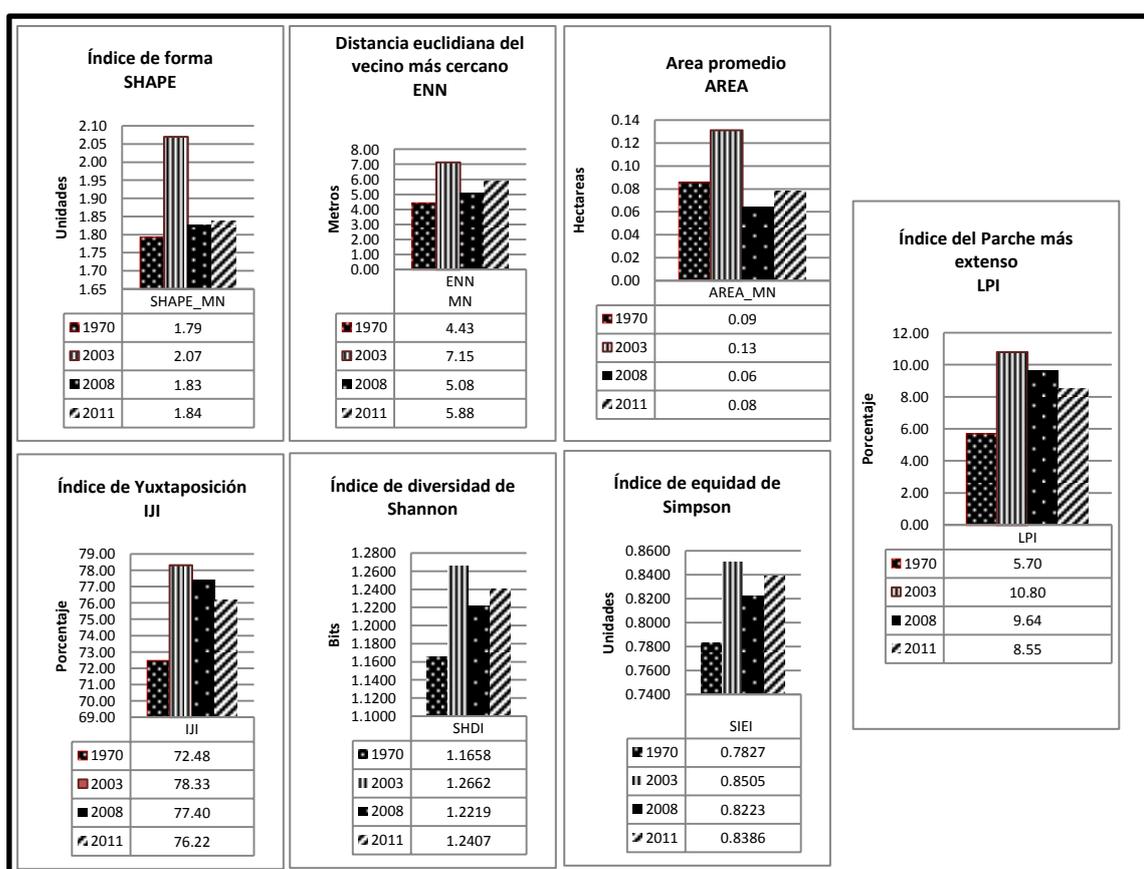


Figura 20. Comportamiento de los índices evaluados en el tiempo: AREA, SHAPE, ENN, LPI, IJI, SIEI y SHDI.

Para el segundo grupo se selecciona el índice de composición: Número de parche (NP). Si bien División describe mejor teóricamente la fragmentación del área, los datos poseen una variación decimal entre los años evaluados, por ellos se prefiere NP, como se observa en la figura 21.

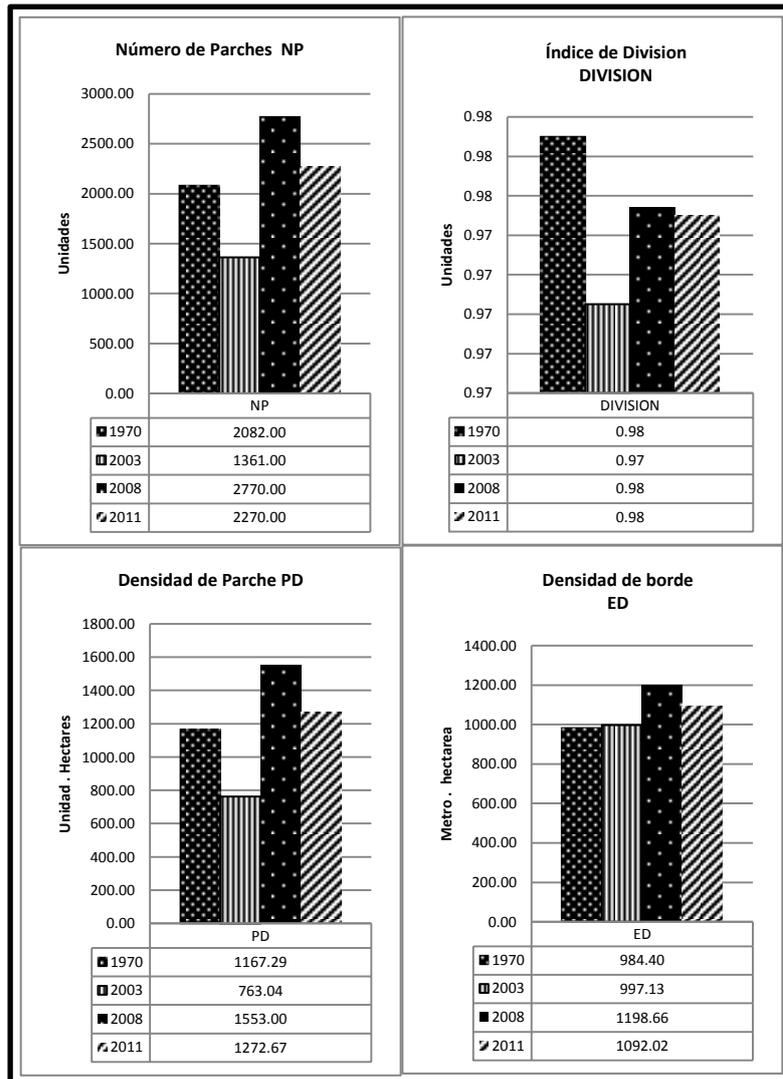


Figura 21. Comportamiento de los índices evaluados en el tiempo: ED, PD, NP y DIVISION.

El parche más extenso (LPI) para el año 1970 es 5.7% del paisaje evaluado, perteneciente a Vegetación Cultivada. Para el año 2003 con 10.8% del paisaje total, pero pertenece a la clase Estructura Humana. Además, el porcentaje donde es mayor el LPI, predomina entre los años evaluados. Desde el año 2003 hasta el año 2011, Estructura Humana predomina como el parche más extenso dentro del área en estudio expresado en la figura 22.

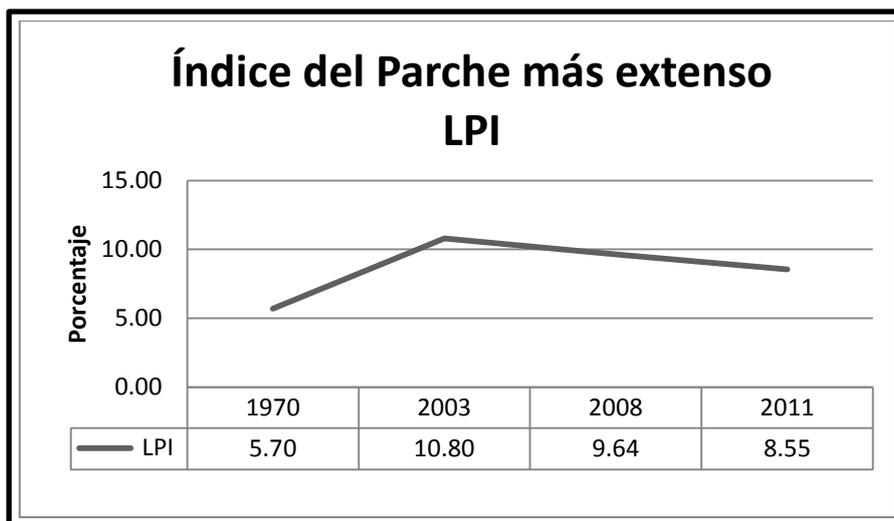


Figura 22. Variación en el tiempo del índice de composición Índice del Parche más extenso (LPI) a escala de Paisaje.

La clase Estructura Vegetativa tienen un comportamiento inverso a la clase Estructura Humana. La EV posee la unidad de menor tamaño a comparación de las otras clases (2003: 2.3% y 2008: 2.7%) pero en el 2011 este aumentó, obteniendo una unidad amplia de 6.22%.

El parche más extenso se ubica en el año 2003 con 10.8%, pertenece a la clase Estructura Humana. Esto se debe a la presencia de veredas y estructuras altas. El que rige el comportamiento del paisaje a escala de clase es Estructura Humana si bien Vegetación Cultivada posee predominancia por ser matriz desde 1970, el que domina el cambio desde el 2003 hasta el 2011 es Estructura Humana.

Si bien el paisaje es peri urbano, la predominancia del factor urbano (característica de la clase Estructura Humana) parece marcar la tendencia del comportamiento del paisaje (figura 23).

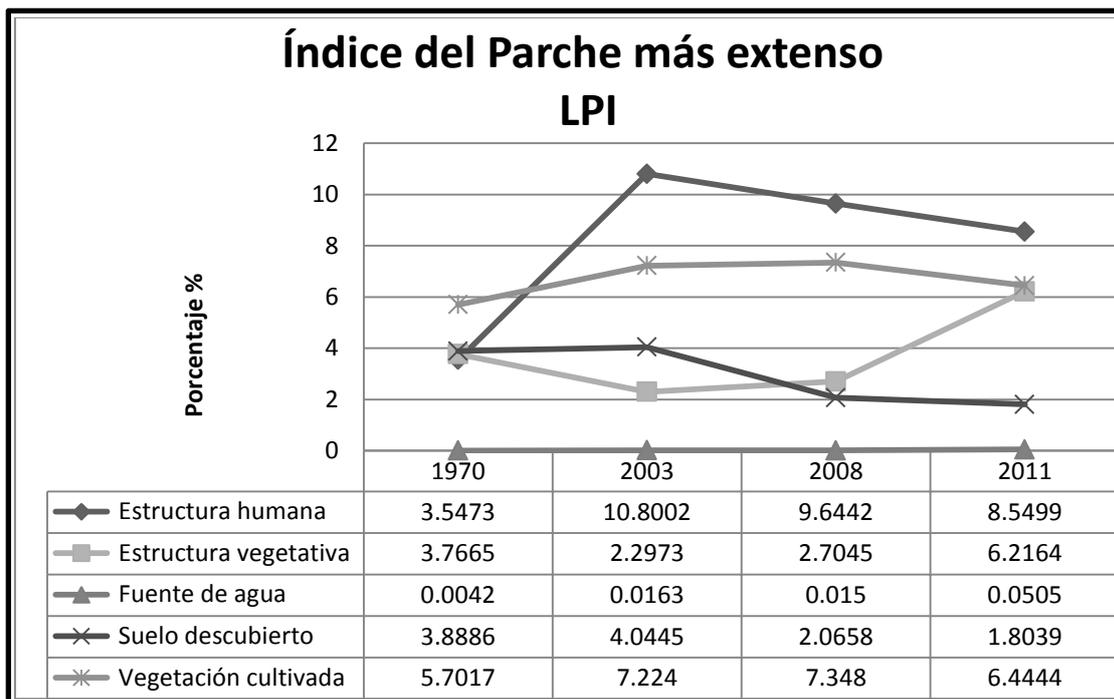


Figura 23. Variación en el tiempo del índice de composición Índice del Parche más extenso (LPI) a escala de las clases.

Los números de parche en el paisaje han aumentado en menor medida desde 1970 y 2011 (2082 y 2270 parches, respectivamente) observándose menor división en el 2003 (NP: 1361) en la figura 24.

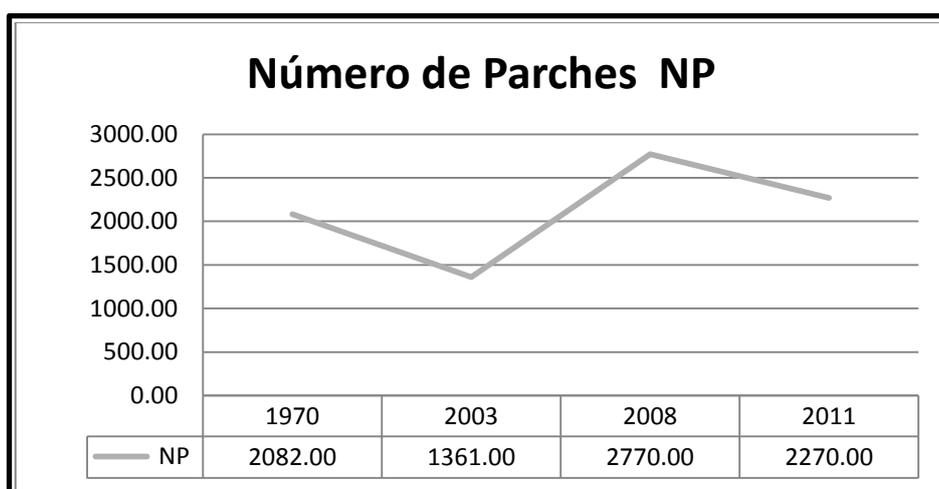


Figura 24. Variación en el tiempo del índice de composición número de parches (NP) a escala de paisaje.

4.3. ANÁLISIS EN EL TIEMPO DE LA AVIFAUNA PRESENTE EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA MOLINA.

En el área de estudio según el análisis taxonómico se observa que la cantidad de órdenes presentes es constante en el área de estudio (13 órdenes). Mientras que el comportamiento del número de familias y especies es el mismo a través del tiempo: Inicia el primer registro con 37 especies en 21 familias mientras se observa el aumento de ambos en el año 1992 (50 especies en 23 familias), en el 2012 se presentan 47 especies en 21 familias (figura 25). Posiblemente esto se debe, en parte, a la característica de la metodología de recolección de información.

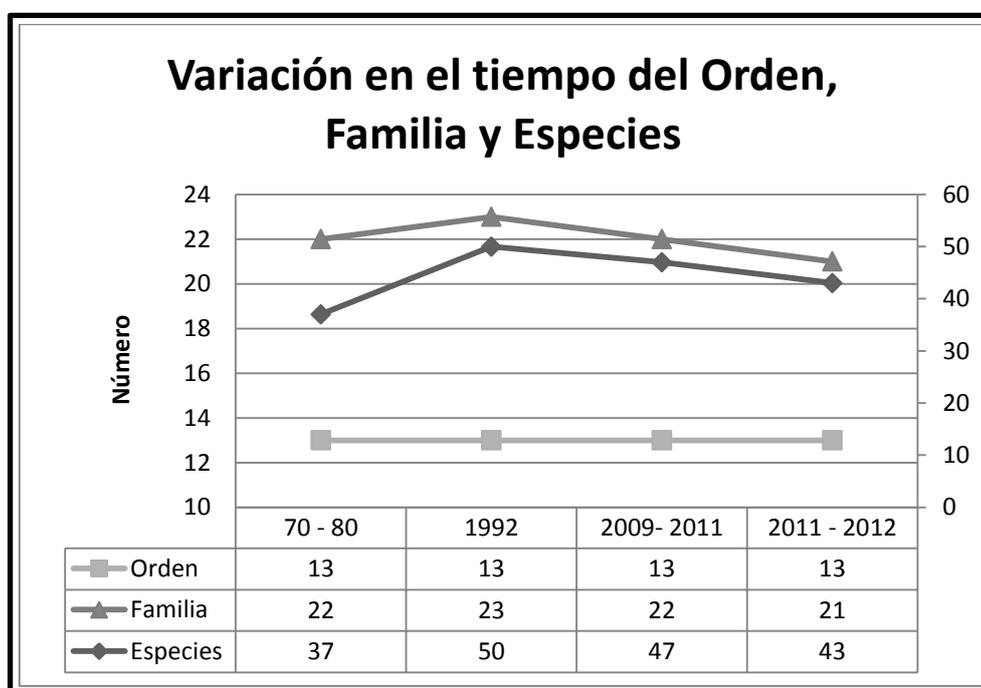


Figura 25. Comportamiento en el tiempo del número de órdenes, familias y especies de avifauna en el campus de la UNALM.

Según el Cuadro 6 existe un total de 67 especies en 25 familias y 14 órdenes reportados en el en área y rango de tiempo estudiado que es desde 1970 hasta el 2012. Pero se tiene en cuenta el estudio de Castillo (2013), en el cual se se realizó un Análisis Clúster teniendo como resultado el dendrograma de presencia y ausencia de especies como se ve en el Anexo 17. "Al observar la similaridad se puede ver claramente como el estudio de Quinteros se aleja del resto demostrando que la composición de especies para el año 1992 es muy diferente a la composición de especies de aves de la última década" (Castillo, 2013).

Cuadro 6: Listado Taxonómico de las especies presentes en el campus de la UNALM basado en Quinteros (1992); Castillo *et al*, en prensa; Castillo, 2013.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	1970 (autoría propia)	Quinteros (1992)	Castillo <i>et al</i> (2009-2011)	Castillo (2011-2012)
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo platypterus</i>	Aguilucho de ala ancha	1	1	0	0
		<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Aguilucho de pecho negro	1	0	0	0
		<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Aguilucho variable/aguilucho común	1	1	0	0
		<i>Parabuteo unicinctus</i>	Gavilán mixto/ gavilán acanelado	0	1	1	1
Apodiformes	Apodidae	<i>Aeronautes andecolus</i>	Vencejo andino	0	1	0	0
		<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo de collar blanco/ vencejo gigante	0	1	0	0
	Trochilidae	<i>Amazilia amazilia</i>	Colibrí de vientre rufo/ amazilia costeño	1	1	1	1
		<i>Myrtis fanny</i>	Estrellita de collar púrpura/ picaflor de fanny	0	1	1	1
		<i>Rhodopis vesper</i>	Colibrí de oasis/ picaflor cola horquillada	0	0	1	0
		<i>Thaumastura cora</i>	Colibrí de cora/ picaflor de cora	0	1	1	1
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras menor	1	1	0	0
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo de cabeza negra	1	1	1	1
Charadriiformes	Burhinidae	<i>Burhinus superciliaris</i>	Alcavarán huerequeque	1	1	1	1
	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo gritón/ chorlo doble collar	1	0	1	1
	Laridae	<i>Leucophaeus pipixcan</i>	Gaviota de franklin	1	0	0	0
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbia livia</i>	Paloma doméstica	0	0	1	1
		<i>Columbina cruziana</i>	Tortolita peruana	1	1	1	1
		<i>Columbina minuta</i>	Tortolita menuda/ alfarerita	0	1	0	0
		<i>Metriopelia ceciliae</i>	Tortolita moteada/ cascabelita	1	1	0	0
		<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola orejuda/ rabiblanca	1	1	1	1
		<i>Zenaida meloda</i>	Tórtola melódica/ cuculí	1	1	1	1
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero de pico estriado/ guardacaballo	1	1	1	1
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco femoralis</i>	Halcón aplomado	0	1	1	1
		<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	1	0	0	0
		<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	1	1	1	1
Gruiformes	Rallidae	<i>Pardirallus sanguinolentus</i>	Rascón plumizo	1	1	1	1

Passeriformes	Tyrannidae	<i>Anairetes reguloides</i>	Torito de cresta pintada	0	0	1	0	
		<i>Camptostoma obsoletum</i>	Mosquerito silbador /mosqueta silbadora	0	1	1	1	
		<i>Euscarthmus meloryphus</i>	Tirano-pigmeo de corona leonada/ mosqueta copetona	0	1	0	1	
		<i>Myiophobus fasciatus</i>	Mosquerito de pecho rayado/mosqueta modesta	0	1	0	1	
		<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero bermellón/ turtupilín	1	1	1	1	
		<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical/ pepite	1	1	1	1	
	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero común	1	1	1	1	
	Thraupidae	<i>Catamenia analis</i>	Semillero de cola bandeada/ corbatita pico de oro	1	0	1	1	
		<i>Coereba flaveola</i>	Mielerito común	0	0	1	1	
		<i>Conirostrum cinereum</i>	Pico-de-cono cinéreo/ mielero gris	0	1	0	1	
		<i>Sicalis flaveola</i>	Chirigüe azafranado / botón de oro	0	1	1	1	
	Passeriformes	Thraupidae	<i>Sicalis luteola</i>	Chiringue común	0	0	1	0
			<i>Sicalis raimondii</i>	Chiringue de raymondi	0	0	1	0
<i>Sporophila peruviana</i>			Espiguero pico de loro/ pico grueso	1	1	0	0	
<i>Sporophila simplex</i>			Espiguero simple	1	1	1	1	
<i>Sporophila telasco</i>			Espiguero de garganta castaña/ espiguero corbatón	0	1	1	1	
<i>Thraupis episcopus</i>			Tangara de lomo limón/ violinista	0	1	1	1	
<i>Tiaris obscurus</i>			Espiguero pardo	0	1	0	0	
<i>Volatinia jacarina</i>			Semillerito negro azulado/ saltapalito	1	1	1	1	
<i>Zonotrichia capensis</i>			Gorrión de collar rufo/ gorrión americano	1	0	1	1	
<i>Poospiza hispaniolensis</i>			Dominiqui común	1	0	0	0	
Passeridae		<i>Passer domesticus</i>	Gorrión europeo	1	1	1	1	
Mimidae		<i>Mimus longicaudatus</i>	Calandria de cola larga/ chisco	1	1	1	1	
Icteridae		<i>Dives warszewiczi</i>	Tordo de matorral/ tordo negro	1	1	1	1	
		<i>Icterus graceannae</i>	Bolsero de filos blancos/ chiroque	0	0	1	1	
		<i>Molothrus bonariensis</i>	Tordo parásito/ tordo brillante	0	1	1	1	
		<i>Stumella bellicosa</i>	Pecho colorado peruano/ huanchaco	1	1	1	1	
Hirundinidae		<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	1	0	1	0	
		<i>Petrochelidon rufocollaris</i>	Golondrina de collar castaño	0	1	0	0	
		<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina azul y blanca/ santa rosita	1	1	1	1	
Fringillidae		<i>Sporagra magellanica</i>	Jilguero encapuchado/ jilguero cabeza negra	1	1	1	1	
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garcita bueyera	1	1	0	1	
		<i>Egretta thula</i>	Garcita blanca	0	1	1	0	

Psittaciformes	Psittacidae	<i>Aratinga erythrogenys</i>	Cotorra de cabeza roja	0	1	1	1
		<i>Aratinga wagleri</i>	Cotorra de frente escarlata	0	1	0	0
		<i>Brotogeris versicolurus</i>	Perico de ala amarilla	0	1	1	0
		<i>Forpus coelestis</i>	Periquito esmeralda	0	1	1	1
Strigiformes	Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	Lechuza terrestre/ lechuza de los arenales	1	1	1	1
		<i>Glaucidium brasilianum</i>	Lechucita ferruginosa/ paca- paca	1	1	1	0
	Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza de campanario	1	0	0	0
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán neo tropical	0	0	1	1
14	25	67	Riqueza	37	50	47	43

Para el registro del 70' se observa especies que recorren el Perú en su época no reproductiva (migrantes boreales): *Buteo platypterus* (Aguilucho de Ala Ancha), *Leucophaeus pipixcan* (Gaviota de Franklin) y una introducida: *Passer domesticus* (Gorrión Europeo) (Plengue, 2013).

Buteo platypterus es un migrante (octubre- marzo) raro en la costa, cercano a las faldas de los andes, frecuentemente visto en los bordes forestales (Schulenberg *et al.*, 2010). Con dieta variable, prefiriendo mamíferos pequeños, su caza no es persecución al vuelo si no ataca de sorpresa observando a su presa desde una percha (Entrevista personal a cetreros profesionales, Anexo 21). Siendo una especie migrante en busca de comida, cuando cambia las condiciones del ambiente producida por la alta tasa de urbanización periférica al área de estudio, esta especie se ausentó como se ve desde los estudios de Castillo (2013). Al igual sucede con *Geranoaetus polyosoma*, según las observaciones de cetreros y especialistas era común verlo en el campus y en la ciudad de Lima, dado que está ampliamente distribuido en la costa (Schulenberg *et al.*, 2010). Los especialistas al igual que los estudios realizados reportan que actualmente ya no es común verlo en la ciudad, pero si en las áreas fuera de la urbe, incluso observan que a mayor presencia de *Parabuteo unicintus* menor observaciones de *G. polyosoma*. Algunos cetreros argumentan que esto puede deberse a la competencia intra específica debido al tipo de caza, el primero es solitario y consume aves pequeñas mientras que el segundo puede cazar gregariamente y su dieta es *Z. meloda* (Piana *et al.*, 2013).

Leucophaeus pipixcan solo se registra en la primera lista (1970), esta observación es resaltada, dado que los trabajadores, habitantes y especialistas recuerdan claramente presencia de aves marinas dentro de zonas urbanas en busca de comida. El año específico difiere entre entrevistados, pero se ubica entre finales del 70' e inicios del 80', lo cual tienen relación con el Evento del Niño (ENSO). En el Anexo 18 se observa el niño más intenso, que fue en el año 1982. Esta especie es migrante (entre octubre- marzo), dadas las condiciones ambientales llegó al área en busca de comida, no se pudo determinar el tiempo de permanencia ni la dieta adquirida, pero se reporta que puede cazar saltamontes y pequeños roedores (Del Hoyo *et al.*, 1996).

Passer domesticus (Gorrión europeo) permanecen constante en el tiempo de estudio. Se debe tener en cuenta que es una especie introducida, registrada por primera vez en la ciudad de Lima en 1957. Su permanencia esta asociada a la presencia humana (Cossíos, 2010). Se debe tener en cuenta que el gorrión europeo se reporta como competidor con *Zonothrichia capensis* por González (2004).

Mimus longicaudatus (Chisco) se presenta en los 4 listados, es una especies típicamente oportunista que se encuentra abundantes en todos los tipos de hábitats y en la mayoría de áreas de cultivo de la costa central del Perú (Salinas *et al.*, 2007). El cual se reportan en las notas de alumnos de la facultad de Forestales (entrevista a Thomas Valqui observadas en el Anexo 21) en la década del 80' como especie poco frecuente, además la entrevistas tanto a especialistas como habitantes del área solo un porcentaje pequeño pudo reconocerlo para esa época (listado de 1970). Contrastando con los resultados de Corrales (2012) y Castillo (2013) donde es descrito como común y reconocido de forma especial.

En el año 1992 aumenta la riqueza específica (50 especies), según las listas presentadas. Entre ellas resalta la introducción en el área de estudio a las especies como: *Molothrus bonariensis* (Tordo parásito), *Sicalis flaveola*, *Thraupis episcopus* (Violinista) y la familia Psittacidae (*Aratinga erythrogenys*, *Aratinga wagleri*, *Brotogeris versicolurus*, *Forpus coelestis*), las cuales son especies introducidas en la ciudad de Lima. Además *Parabuteo unicinctus* (Gavilán acanelado), el cual se registra por primera vez en el campus en este estudio. El Tordo parásito registra su ingreso al país desde el sur entre 1988 – 1996 (Cossíos, 2010), por ello está registrada desde la lista de Quinteros (1992). Además, se ha

tenido cuidado con la similaridad con *Dives Warszewiczi* al momento de entrevistar, si bien los entrevistados reconocieron a esta especie como típica del área, solo se tiene en cuenta la observación de especialistas en el tema.

Las especies reportadas por primera vez para el estudio de Quinteros (1992) son: *Aratinga wagleri* y *Aratinga erythrogenys* (casi amenazadas según UICN), *Forpus coelestis*, *Sicalis flaveola*, *Thraupis episcopus* (compite con *Sicalis luteola* según González *et al.*, 1998) y *Brotogeris versicolurus* provenientes del norte y/o oriente (selva) del país introducidas por el hombre en diferentes períodos (Schulenberg *et al.*, 2010; Catillo *et al.*, en prensa; González, 2004).

Parabuteo unicinctus fue reportado por Koepcke (1964) como una especie rara en el departamento de Lima y coinciden con las entrevistas realizadas para este trabajo. La especie no fue observada en el área de estudio entre los 70' y 80'. Existen investigaciones que señalan que a pesar de la simplificación de hábitats producidas por los procesos de urbanización, generan un incremento en la abundancia de diversas especies de depredadores, incluyendo a las rapaces diurnas (Gloor *et al.*, 2001; Carrete *et al.*, 2009). Por lo cual la liberación (o escape) de individuos de *P. unicinctus* provenientes de la práctica de cetrería en la ciudad han contribuido (y probablemente aún contribuyen) con un gran número de individuos de la especie provenientes de otras regiones de Perú (Piana *et al.*, 2013). Además, *P. unicinctus* tiene una posición de nicho relativamente baja y una mediana amplitud de nicho por lo que es capaz de utilizar diferentes tipos hábitats, y probablemente se adaptan a aquellas condiciones que predominan en las zonas urbanas con parques y jardines (Piana y Marsden, 2012). Por ello se tienen en cuenta que entre enero de 1990 y julio del 2013 se escaparon o liberaron 50 individuos de *P. unicinctus* en las zonas urbanas de la ciudad de Lima (distritos de Chacarilla, Chorrillos, Jesús María, La Molina, Miraflores, San Borja, San Isidro y Pachacamac) (Piana *et al.*, 2013). Esto explica el resultado de la permanencia de observaciones desde el estudio de Quinteros (1992) hasta el estudio de Castillo (2013), el cual registra la especie como la más abundante y especie clave del grupo funcional de carnívoras.

Entre el 2009-2011 (Castillo *et al.*, en prensa), se reporta 47 especies, entre las cuales se observa la presencia de *Columbia livia* (Paloma Doméstica), *Coereba flaveola* (Mielerito,

el cual reportado como competidor de *Conirostrum cinereum* por González *et al.*, 1998.), *Icterus graceannae* (Chiroque) las cuales son especies introducidas (Schulenberg *et al.*, 2010; Catillo *et al.*, en prensa; González, 2004). Además *Sicalis raimondii* (Chiringue de Raymondi) calificada como endémica del Perú (Plengue, 2013).

Los especialistas entrevistados observan una época (no definida por fecha exacta pero localizada antes de los 90') donde inician y aumentan las observaciones de estas especies, posiblemente por factores sociales que promovieron actividades de movilización de especies; como el Decreto Ley N° 21147 que data de 1975. Este promueve una explotación eminentemente extractiva y depredadora, sin promover el aprovechamiento sostenible de los recursos, ni la efectiva conservación de las especies. Si bien hubo proyectos de ley desde 1995, recién en el año 2000 se promulga la Ley 27308, Ley Forestal y de Fauna Silvestre, y por D.S. N° 014-2001-AG donde define las categorías de la clasificación de las especies, así como su régimen de tenencia, extracción y comercialización, sin perjuicio de la aplicación de los convenios internacionales, así como la regulación de especies exóticas (Congreso de la república del Perú), pero según entrevistas justo fueren en esta transición donde se soltaron varias especies en Lima, posiblemente por que reubicar a tanta especie exótica era logísticamente caro y aun no había reglamento que en marcara este gasto.

En el 2011- 2012 en el registro del estudio de Castillo (2013), se reporta riqueza de 43 y no se observa la presencia de nuevas especies (Cuadro 7).

Cuadro 7: Listado la presencia en el tiempo de las especies en el campus de la UNAML basado en Quinteros, 1992; Castillo *et al.*, en prensa; Castillo, 2013.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	1970 (autoría propia)	Quinteros (1992)	Castillo et al (2009-2011)	Castillo (2011-2012)	Presencia en estudios
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Aguilucho de pecho negro	1	0	0	0	1
Charadriiformes	Laridae	<i>Leucophaeus pipixcan</i>	Gaviota de franklin	1	0	0	0	1
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	1	0	0	0	1
Passeriformes	Thraupidae	<i>Poospiza hispaniolensis</i>	Dominiqui común	1	0	0	0	1
Strigiformes	Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuga de campanario	1	0	0	0	1
Apodiformes	Apodidae	<i>Aeronautes andecolus</i>	Vencejo andino	0	1	0	0	1
Apodiformes	Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo de collar blanco/ vencejo gigante	0	1	0	0	1
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina minuta</i>	Tortolita menuda/ alfarerita	0	1	0	0	1
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Petrochelidon rufocollaris</i>	Golondrina de collar castaño	0	1	0	0	1
Passeriformes	Thraupidae	<i>Tiaris obscurus</i>	Espiguero pardo	0	1	0	0	1
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Aratinga wagleri</i>	Cotorra de frente escarlata	0	1	0	0	1
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Anairetes reguloides</i>	Torito de cresta pintada	0	0	1	0	1
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sicalis luteola</i>	Chiringue común	0	0	1	0	1
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sicalis raimondii</i>	Chiringue de raymondi	0	0	1	0	1
Apodiformes	Trochilidae	<i>Rhodopis vesper</i>	Colibrí de oasis/ picaflor cola horquillada	0	0	1	0	1
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Aguilucho variable/aguilucho común	1	1	0	0	2
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo platypterus</i>	Aguilucho de ala ancha	1	1	0	0	2
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras menor	1	1	0	0	2
Columbiformes	Columbidae	<i>Metriopelia ceciliae</i>	Tortolita moteada/ cascabelita	1	1	0	0	2
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sporophila peruviana</i>	Espiguero pico de loro/ pico grueso	1	1	0	0	2
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	1	0	1	0	2
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garcita blanca	0	1	1	0	2
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Brotogeris versicolurus</i>	Perico de ala amarilla	0	1	1	0	2
Passeriformes	Thraupidae	<i>Conirostrum cinereum</i>	Pico-de-cono cinéreo/ mielero gris	0	1	0	1	2
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Euscarthmus meloryphus</i>	Tirano-pigmeo de corona leonada/ mosqueta copetona	0	1	0	1	2
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiophobus fasciatus</i>	Mosquerito de pecho rayado/mosqueta modesta	0	1	0	1	2
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbia livia</i>	Paloma doméstica	0	0	1	1	2
Passeriformes	Thraupidae	<i>Coereba flaveola</i>	Mielerito común	0	0	1	1	2
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus graceannae</i>	Bolsero de filos blancos/ chiroque	0	0	1	1	2
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán neotropical	0	0	1	1	2
Strigiformes	Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Lechucita ferruginosa/ paca-paca	1	1	1	0	3
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garcita bueyera	1	1	0	1	3

Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo gritón/ chorlo doble collar	1	0	1	1	3
Passeriformes	Thraupidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Gorrión de collar rufo/ gorrión americano	1	0	1	1	3
Passeriformes	Thraupidae	<i>Catamenia analis</i>	Semillero de cola bandeada/ corbatita pico de oro	1	0	1	1	3
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Gavilán mixto/ gavilán acanelado	0	1	1	1	3
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco femoralis</i>	Halcón aplomado	0	1	1	1	3
Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus bonariensis</i>	Tordo parásito/ tordo brillante	0	1	1	1	4
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Camptostoma obsoletum</i>	Mosquerito silbador /mosqueta silbadora	0	1	1	1	3
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sicalis flaveola</i>	Chirigüe azafrañado / botón de oro	0	1	1	1	3
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sporophila telasco</i>	Espiguero de garganta castaña/ espiguero corbatón	0	1	1	1	3
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara de lomo limón/ violinista	0	1	1	1	3
Apodiformes	Trochilidae	<i>Myrtis Fanny</i>	Estrellita de collar púrpura/ picaflor de fanny	0	1	1	1	3
Apodiformes	Trochilidae	<i>Thaumastura cora</i>	Colibrí de cora/ picaflor de cora	0	1	1	1	3
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Aratinga erythrogenys</i>	Cotorra de cabeza roja	0	1	1	1	3
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Forpus coelestis</i>	Periquito esmeralda	0	1	1	1	3
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo de cabeza negra	1	1	1	1	4
Charadriiformes	Burhinidae	<i>Burhinus superciliaris</i>	Alcavarán huerequeque	1	1	1	1	4
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina cruziana</i>	Tortolita peruana	1	1	1	1	4
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola orejuda/ rabiblanca	1	1	1	1	4
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida meloda</i>	Tórtola melódica/ cuculí	1	1	1	1	4
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero de pico estriado/ guardacaballo	1	1	1	1	4
Strigiformes	Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	Lechuza terrestre/ lechuza de los arenales	1	1	1	1	4
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernicalo americano	1	1	1	1	4
Gruiformes	Rallidae	<i>Pardirallus sanguinolentus</i>	Rascón plumizo	1	1	1	1	4
Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus longicaudatus</i>	Calandria de cola larga/ chisco	1	1	1	1	3
Passeriformes	Fringillidae	<i>Sporagra magellanica</i>	Jilguero encapuchado/ jilguero cabeza negra	1	1	1	1	4
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina azul y blanca/ santa rosita	1	1	1	1	4
Passeriformes	Icteridae	<i>Dives warszewiczi</i>	Tordo de matorral/ tordo negro	1	1	1	1	4
Passeriformes	Icteridae	<i>Sturnella bellicosa</i>	Pecho colorado peruano/ huanchaco	1	1	1	1	4
Passeriformes	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión europeo	1	1	1	1	4
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sporophila simplex</i>	Espiguero simple	1	1	1	1	4
Passeriformes	Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillerito negro azulado/ saltapalito	1	1	1	1	4
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero común	1	1	1	1	4
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero bermellón/ turtupilín	1	1	1	1	4
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical/ pepite	1	1	1	1	4
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia amazilia</i>	Colibrí de vientre rufo/ amazilia costeño	1	1	1	1	4

Según el listado de presencia y ausencia de las especies en el tiempo se puede observar 21 especies de constantes presencia en el área de estudio. De las cuales 4 especies son asociadas a campos de cultivo o zonas periurbanas: *Pardirallus sanguinolentus*, *Crotophaga sulcirostris*, *Burhinus superciliaris*, *Sturnella bellicosa* (Schulenberg *et al.*, 2010, Takano, 2010, González, 2000). Estas al ser consideradas de ambientes específicos es difícil observarlas en áreas altamente urbanizadas como la ciudad de Lima. Caso parecido sucede con *Athene cunicularia* con una distribución restringida debido a su ecología, ya que necesita espacios en la tierra para cavar hoyos donde anidar (Schulenberg *et al.*, 2010; Takano y Castro, 2007). Se debe tener en cuenta que en los últimos años, las aves han adaptado su preferencia alimenticia de acuerdo a la oferta del campus, volviéndose más generalistas (Castillo *et al.*, en prensa).

Existen 15 especies con observación temporal, es decir solo se observó en una sola evaluación. Estas son: *Geranoaetus melanoleucus*, *Falco peregrinus*, *Tyto alba*, *Leucophaeus pipixcan*, *Poospiza hispaniolensis*, *Aeronautes andecolus*, *Streptoprocne zonaris*, *Columbina minuta*, *Petrochelidon rufocollaris*, *Tiaris obscurus*, *Aratinga wagleri*, *Anairetes reguloides*, *Sicalis luteola*, *Sicalis raimondii*, *Rhodopis vesper*. De las cuales *Falco peregrinus* es una especie residente y migrante boreal (Schulenberg *et al.*, 2010), y *Anairetes reguloides* es endémica de Perú (Plengue, 2013; Schulenberg *et al.*, 2010).

Se observó en la primera lista (1970) a *Geranoaetus melanoleucus* (Aguilucho de pecho negro). El cual prefiere ambientes abiertos ampliamente distribuida y baja a la costa ocasionalmente (Schulenberg *et al.*, 2010) posiblemente se le vio en la área en busca de comida al igual que *Leucophaeus pipixcan* (Gaviota de franklin). *Poospiza hispaniolensis* (Domingo común) Guevara (2012) la determinó como poco comunes para la ciudad de Lima, pero fue registrada en el Vivero Forestal de la Universidad Nacional Agraria La Molina (área cercana a la zona del estudio actual) al igual que *Tyto alba* (Lechuza de campanario). Esta última especie si bien tiene ámbito nocturno se la podía ver en construcciones poco usadas dentro del campus, según entrevistas a alumnos. *Falco peregrinus* (Halcón peregrino) es registrada en el 2012 por Guevara, pero ya no en el campus de la UNALM, posiblemente por tener temporadas de alta probabilidad de observación en el área debido a su migración, y a la preferencia por estructuras muy altas para su perchado, esto limita su reconocimiento en campo.

Para 1992 se observa: *Aeronautes andecolus* (Vencejo andino), *Streptoprocne zonaris* (Vencejo de collar blanco), *Columbina minuta* (Alfarerita), *Petrochelidon rufocollaris* (Golondrina de collar castaño), *Tiaris obscurus* (Espiguero pardo), *Aratinga wagleri* (Cotorra de frente escarlata). Pero se resalta que la lista de 1992 presenta diferencias en relación a las siguientes listas, posiblemente porque el estudio de Quinteros evaluó campos de cultivo a diferencia de las otras listas, donde se evaluó el campus en su totalidad.

Entre los años 2009-2010, *Anairetes reguloides* (Torito de cresta pintada) y *Rhodopis vesper* (Colibrí de oasis) son reportados en el vivero forestas de la UNALM, consideradas como aves exóticas (Guevara, 2012), posiblemente la ausencia en el campus se deba al azar en la toma de datos. Para el 2012 no se registran nuevas especies (todas las registradas ya se observaron en estudios anteriores).

Entre la década del 70' y el estudio de Quinteros (1992), 16 especies fueron observadas, en estas dos listas, las cuales no se volvieron a registrar en estudios posteriores. Se tienen en cuenta las que solo se registraron en un estudio: *Geranoaetus melanoleucus*, *Leucophaeus pipixcan*, *Falco peregrinus*, *Poospiza hispaniolensis*, *Tyto alba*, *Aeronautes andecolus*, *Streptoprocne zonaris*, *Columbina minuta*, *Petrochelidon rufocollaris*, *Tiaris obscurus*, *Aratinga wagleri*. Entre las 16 comentadas, 5 especies fueron registradas en ambos puntos temporales pero no son reportadas en estudios posteriores (*Geranoaetus polyosoma*, *Buteo platypterus*, *Chordeiles acutipennis*, *Metriopelia ceciliae*, *Sporophila peruviana*).

El caso específico de *Chordeiles acutipennis*, se ha observado en otras zonas del distrito de La Molina; es posible que la especie sí exista para el campus pero no esté siendo registrada debido a su naturaleza críptica (Castillo, 2013). Mientras *Sporophila peruviana*, aun se reporta en el vivero forestal (Guevara, 2012), posiblemente se daba a las metodología usada.

Desde el estudio de Castillo *et al.* (en prensa), realizado entre 2009-2011 en adelante, se han observado 8 especies nuevas. De las cuales cuatro solo están presentes en el 2010: *Anairetes reguloides*, *Sicalis luteola*, *Sicalis raimondii*, *Rhodopis vesper*; y cuatro en los

estudios entre 2009 - 2012: *Columbia livia*, *Coereba flaveola*, *Icterus graceannae*, *Phalacrocorax brasilianus* (Cushuri). Estas últimas especies tienen en común que son especies introducidas en la ciudad de Lima, a excepción del Cushuri que se observa por la presencia del cuerpo de agua amplio con oferta de alimento construido después del 2008. Además se debe tener en cuenta que *Columbia livia* si bien en la década de los 70 fue criada en la universidad, los entrevistados en esa época no la reportan como silvestre en el área de estudio, recién es observada desde los estudios de Castillo. Esta especie compete con *Zenaida asiatica* y *Z. auriculata* (González, 2004), pudiendo ser el motivo por el cual no se observó en el campus de forma libre si no hasta la década del 2000.

Una sola especie se observó constante en los tres estudios previos a Castillo (2013): *Glaucidium brasilianum* (Paca-paca), se observa que tampoco fue registrada en el estudio de Guevara (2012). Esto se puede deber a varios factores entre ellos metodológicos o disminución de la población. Pudiendo ser el motivo de la modificación de su hábitat en el área de estudio, para lo cual se necesita estudio específico de la especie en el área.

4.4. RELACIÓN DEL EN EL TIEMPO DEL PAISAJE Y LA RIQUEZA ESPECÍFICA DE LAS ESPECIES DE AVIFAUNA EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA MOLINA.

4.4.1. Correlación de Riqueza específica con índices a escala de paisaje.

Para correlacionar la riqueza específica con los índices de paisaje se inicia con el análisis de clúster, el cual determina las variables ortogonales y se observa la similaridad de la Riqueza específica de aves con los índices de estructura del paisaje, por medio de el dendograma generado (figura 26).

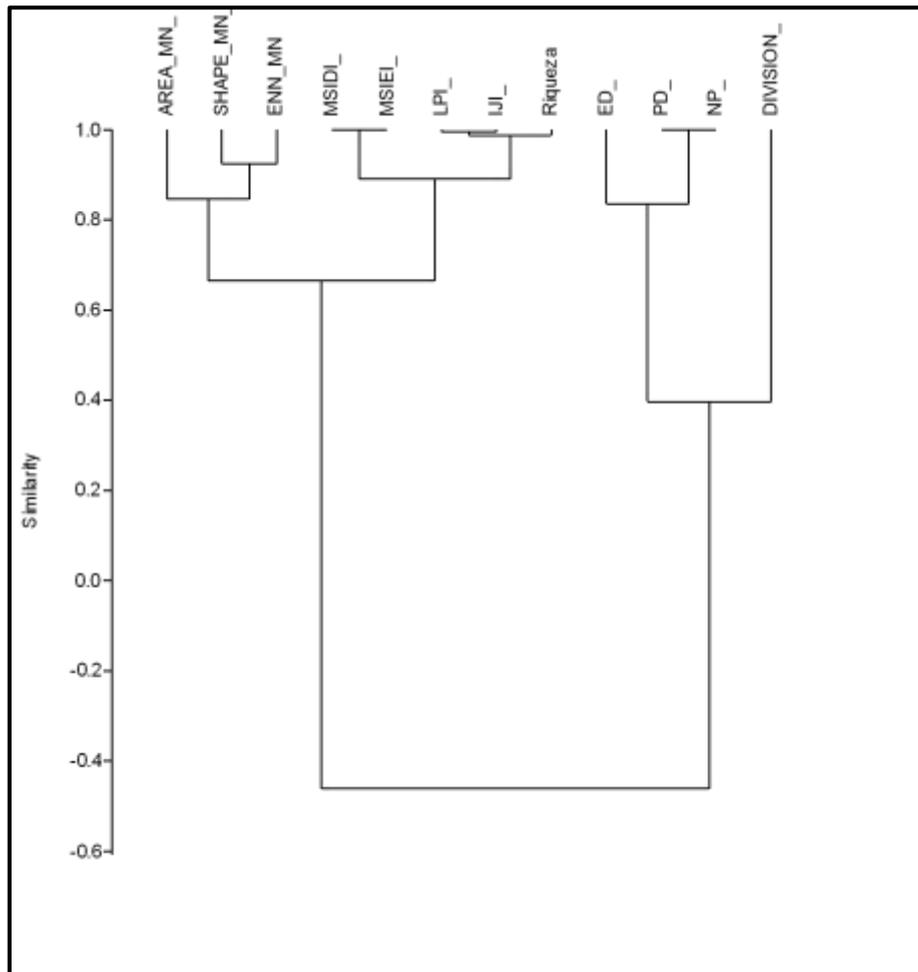


Figura 26. Dendrograma de similaridad de los índices evaluados a escala de paisaje de los años 1970, 2003, 2008, 2011 con riqueza específica de avifauna en los tiempos evaluados. Correlación.

Según el dendrograma generado el valor de la Riqueza específica posee similaridad mayor a 0.8 con los índices MSEIE y MSIDI (índices pertenecientes a composición de paisaje) además con similaridad mayor a 1.0 con IJI y LPI (índices de configuración del paisaje) que se puede observar en la figura 27.

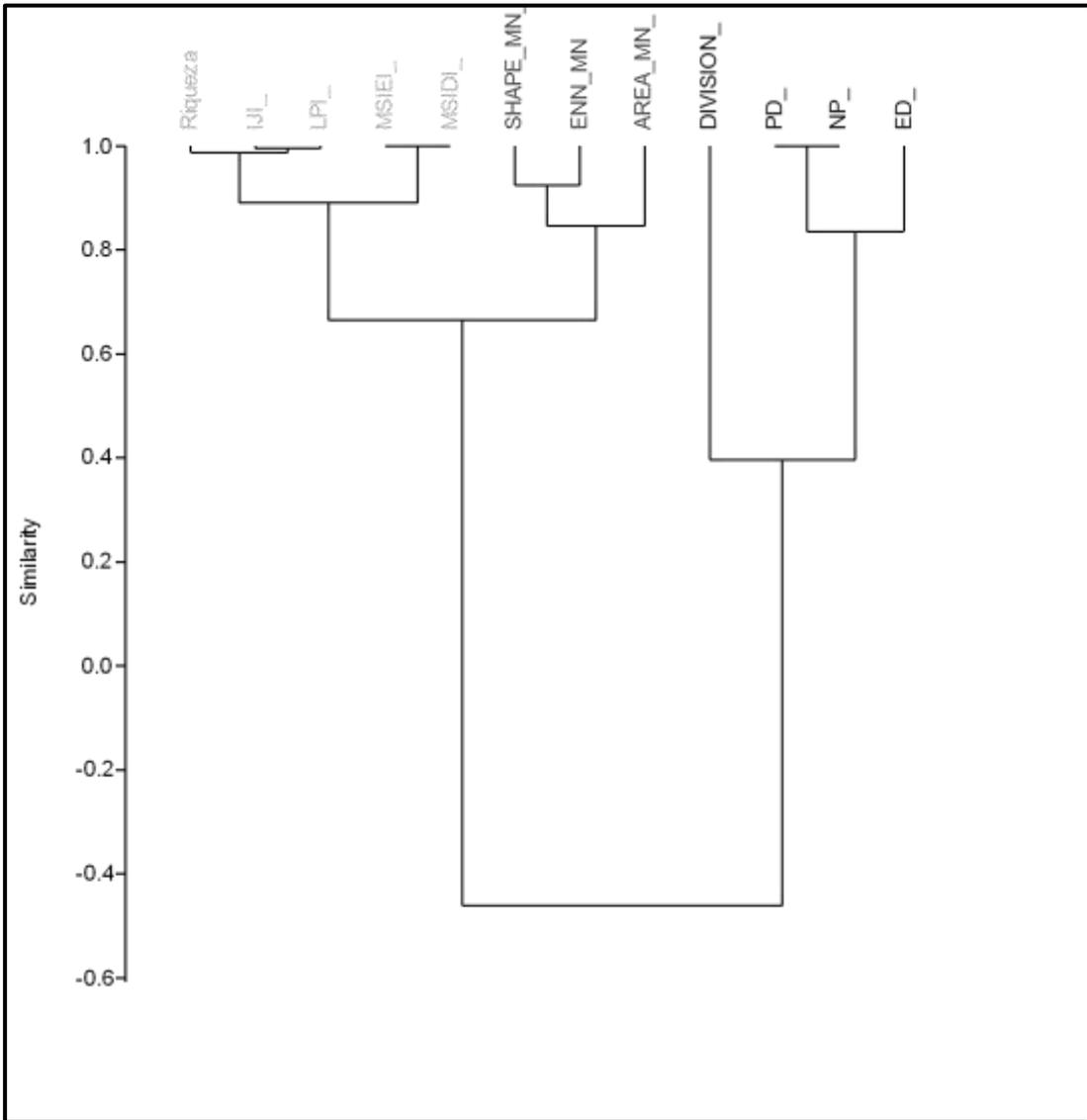


Figura 27. Agrupación de las variables ortogonales de los índices evaluados a escala de paisaje de los años 1970, 2003, 2008, 2011 y ubicación de riqueza específica de avifauna en los tiempos evaluados. Correlación.

Según la prueba de One way NP MANOVA, con $p = 0.0001$ (figura 28), la prueba es significativa y existen tres grupos bien diferenciados. Agrupándose en índice de Riqueza específica en el mismo grupo de IJI, LPI, MSIEI y MSIDI, esto describe la alta similaridad que poseen .



Figura 28. One Way NP MANOVA con $p=0.0001$ para los tres grupos formados a partir de los índices evaluados. “programa Past”.

Lo siguiente es determina el coeficiente de Pearson, para evaluar la relación de las variables con riqueza observado en el cuadro 8.

Cuadro 8: Tabla de correlación estadística de la Riqueza específica con los índices a escala de paisaje para los años evaluados. Coeficiente de Pearson en Programa Past.

Correlación / p (uncorr)	ED	PD	NP	DIVISION	Riqueza	IJI	LPI	MSIEI	MSIDI	SHAP_E_MN	ENN_MN	AREA_MN
ED	0	0.165	0.165	0.965	0.685	0.585	0.660	0.828	0.828	0.627	0.791	0.282
PD	0.835	0	0	0.422	0.747	0.847	0.768	0.643	0.642	0.182	0.304	0.022
NP	0.835	1	0	0.423	0.747	0.847	0.768	0.643	0.642	0.182	0.304	0.022
DIVISION	0.035	0.578	0.578	0	0.084	0.106	0.077	0.071	0.071	0.076	0.031	0.295
Riqueza	0.32	-0.25	-0.253	-0.916	0	0.019	0.006	0.141	0.141	0.237	0.209	0.565
IJI	0.415	-0.153	-0.153	-0.894	0.982	0	0.0047	0.0904	0.091	0.320	0.219	0.674
LPI	0.340	-0.232	-0.232	-0.923	0.994	0.995	0	0.0955	0.096	0.258	0.187	0.594
MSIEI	0.172	-0.357	-0.357	-0.929	0.859	0.910	0.905	0	0	0.266	0.082	0.534
MSIDI	0.172	-0.36	-0.358	-0.929	0.859	0.909	0.904	1	0	0.266	0.082	0.533
SHAPE_MN	-0.373	-0.818	-0.818	-0.924	0.763	0.680	0.742	0.734	0.734	0	0.076	0.086
ENN_MN	-0.209	-0.696	-0.696	-0.969	0.791	0.781	0.813	0.918	0.918	0.924	0	0.222
AREA_MN	-0.718	-0.978	-0.978	-0.705	0.435	0.326	0.406	0.466	0.466	0.914	0.778	0

Con dos grados de libertad, la prueba de t determinó 3 índices con correlación significativa a Riqueza: Índice de división (DIVISION), Índice de Yuxtaposición (IJI) e Índice de parche más extenso (LPI) (figura 29).

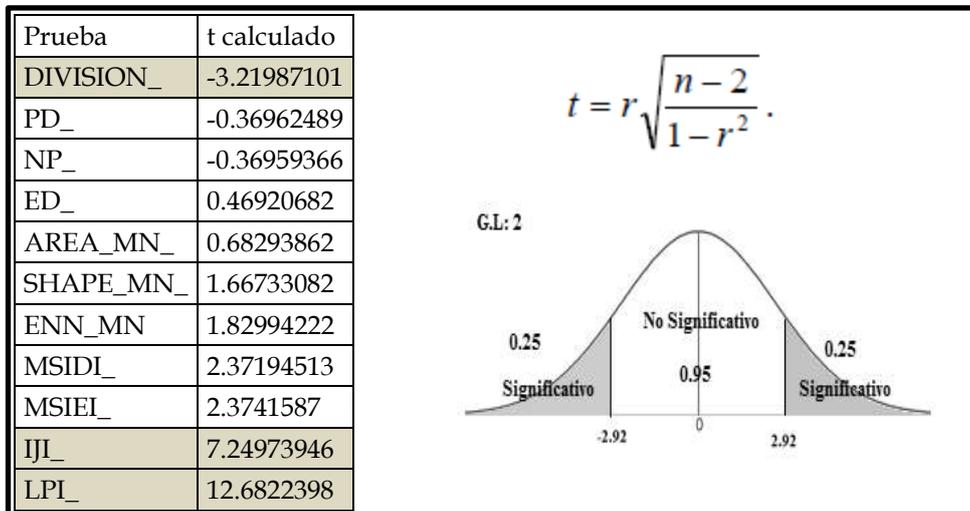


Figura 29. Prueba de t para la correlación estadística de la Riqueza específica con los índices a escala de paisaje para los años evaluados. Elaboración propia.

En condiciones constantes, se observa la evolución de estos tres índices variables en el tiempo los cuales se relación con la Riqueza de avifauna. De los cuales LPI pertenece a índices de composición del paisaje y División e IJI correspondiente a índices de Configuración del paisaje.

Por ende, tanto los índices de configuración del paisaje como los de composición del mismo pueden explicar el comportamiento de la variación de la riqueza de especies en aves en el tiempo, tal como lo comento Burel y Baudry (2002) en el estudio donde concluyen que la fauna puede estar ligado tanto a la configuración y composición de la estructura paisaje.

Cuadro 9: Tabla de valores para cada año evaluado de los índices a correlacionar.

Año	1970	2003	2008	2011
LPI	5.7017	10.8002	9.6442	8.5499
DIVISION	0.9790	0.9705	0.9754	0.9750
IJI	72.4838	78.3274	77.4044	76.2199
Riqueza	37	50	47	43

Según los resultados tanto el índice de Yuxtaposición (IJI) como el índice del Parche más extenso (LPI) tienen una relación directamente proporcional a la Riqueza específica de aves. Por tanto, la fórmula de relación para LPI es $Y = 2.5572X + 22.069$; y para IJI es $Y = 2.1496X - 119.35$. Estas poseen un coeficiente de determinación alto en los dos casos ($R^2 = 0.9633$ para IJI y $R^2 = 0.9877$, para LPI).

Tal como explica Majar (2008), cuanto mayor sea la densidad de parches mayor es la diversidad de especies. Y al haber mayor tipos de parches (arbustos, pilas de piedra, zonas de borde de zanjas); que son: los hábitats (ubicación de los nidos, la ubicación del canto etc), los lugares de alimentación, refugios; más grande es la diversidad de aves. Al ser estos dos los factores componentes de IJI o índice de mezcla se explica la relación encontrada.

Por otro lado, el índice de División es inversamente proporcional a la variación de la Riqueza específica ($Y = -1477X + 1484.3$). Se debe tener en cuenta que la variación del índice a lo largo del tiempo es decimal y su coeficiente de determinación es alto, pero es el menor a comparación de los otros índices significativos ($R^2 = 0.8383$) ya mencionados (figura 30).

Con relación a esto Hastings y Wolin (1989) comentan que el tamaño del fragmento determina el tamaño de la subpoblación de forma que cuanto más se reduce está, más vulnerable se vuelve frente a la esto casticidad demográfica. Por ello la relación es inversa, entre Riqueza específica de aves y el índice de DIVISION.

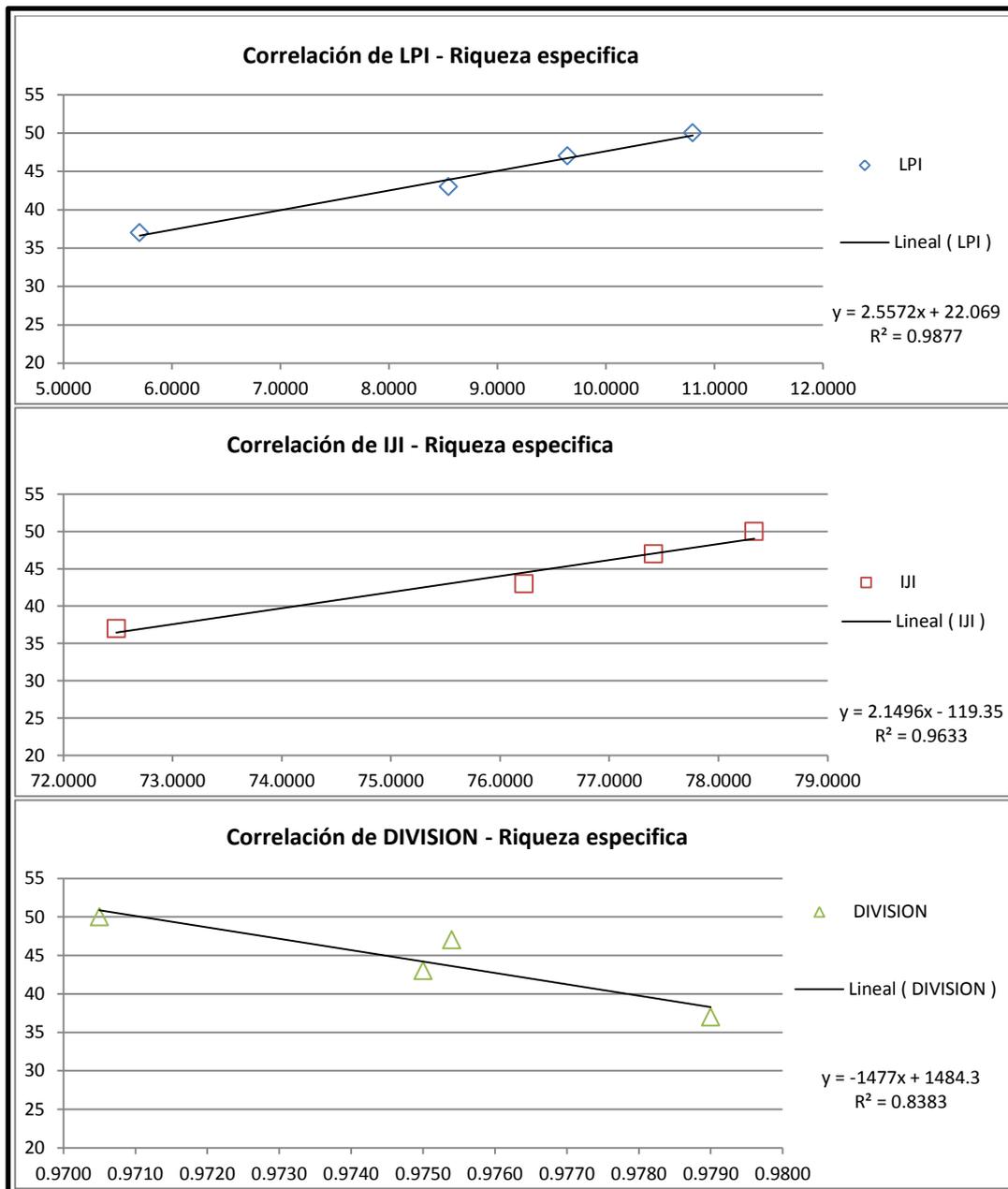


Figura 30. Correlación lineal de la Riqueza específico con LPI, IJI y DIVISION.

Los valores de los tres índices se ajustan al modelo lineal de relación, dado que R^2 es cercano a 1. Estos resultados van de acuerdo a lo descrito por Atauri y de Lucio (2001), los cuales encontraron que la heterogeneidad de la estructura paisaje es el componente más importante para las aves (en comparación con los anfibios, reptiles y mariposas). El tipo predominante de uso de la tierra es sólo el segundo lugar (Marja, 2008). Esto explica la alta correlación, tanto para los índices de composición como los índices de configuración de la estructura. Esto se puede deber al grupo de aves a estudiar, por ejemplo Gil- Tena (2010)

observó que la riqueza de especies de aves forestales estuvo débilmente asociada a la configuración del paisaje forestal, y la irregularidad de formas tuvo un efecto más destacado que el patrón de fragmentación, en este caso se estudian aves de cobertura periurbanas y urbanas.

Por otro lado, la teoría de ecología del paisaje señala que al considerar escalas finas en el estudio, la diversidad específica resulta fuertemente correlacionada con la diversidad de los hábitats, reportando máxima para niveles intermedios de perturbaciones (Rosenzweig, 1995). Esto apoya los resultados obtenidos al observar índice de Yuxtaposición o entremezcla (IJI) el cual aumenta con la variedad. La heterogeneidad (variedad) espacio-temporal del paisaje es esencial para el mantenimiento de la diversidad específica (Huston, 1994) y es dependiente del régimen de las perturbaciones (Turner, 1987) a la que se somete el área.

Esto se puede reafirmar con las observaciones de Piana (2013), quien estudia la ecología y conservación de rapaces en un área protegida al noreste del Perú, allí la diversidad de especies rapaces era más abundante en las zonas de amortiguamiento que en la reserva natural en estudio. A pesar que la última de ellas posee el más alto nivel de protección. Caso parecido ha sucedido en el tiempo con el campus de la UNALM, la heterogeneidad y mezcla permite mayor riqueza de especies hasta que sobre pasa los niveles intermedios de perturbación. La Riqueza específica decae en los últimos años como se ve en la figura 31. Si bien la riqueza del paisaje se mantiene constante (5 clases), la distribución y porcentaje de estas clases es lo que ha variado.

Se resalta que las condiciones de los cercos vivos o cobertura de la Estructura vegetativa (EV) no es la misma a lo largo de los puntos temporales de observación. Si bien en el 2011 la EV va aumentando, las condiciones de estas no son las más óptimas, pudiendo limitar las especies que se refugian allí. Por ejemplo para las rapaces la cubierta vegetal podría aumentar o restringir la presencia, dado que influye en la defectibilidad de la presa, la disponibilidad de posarse y anidar sitios, o puede influir en las características generales de las zonas de caza (Bechard, 1982). Por esto la preferencia por la cobertura dependerá del comportamiento de la especie objetivo en interés.

Las relaciones especie - especie dependen de las exigencias ecológicas de las especies, de su escala de percepción y de la escala de análisis del paisaje. Una misma transformación tendrá efectos positivos para un cierto número de especies y negativos para otras (Suarez-Seoane, 1998). Por ello, si bien la riqueza aumentó altamente relacionada con la Yuxtaposición (IJI), del parche más largo (LPI) y la DIVISION, la composición de esta comunidad es la que más ha variado (figura 31). Por ello, existe un porcentaje importante de especies registradas hasta el año 2003 que se pueden considerar exóticas para áreas urbanas. Las cuales ya no son registradas e ingresan otras especies, esto tiene relación con la dominancia del parche más extenso (LPI) en el paisaje el cual pertenece a la clase Estructura Humana (EH) desde el 2003, antes de este año pertenecía a Vegetación Cultivada (VC). La clase EH es adecuada para especies muy generalistas, aunque aun persistía para esos años la presencia de las especies más adecuadas a ambientes agrarios. Las cuales dadas las condiciones de variación en la composición y configuración del paisaje las especies aviares han ido migrando hasta desaparecer del área en estudio.

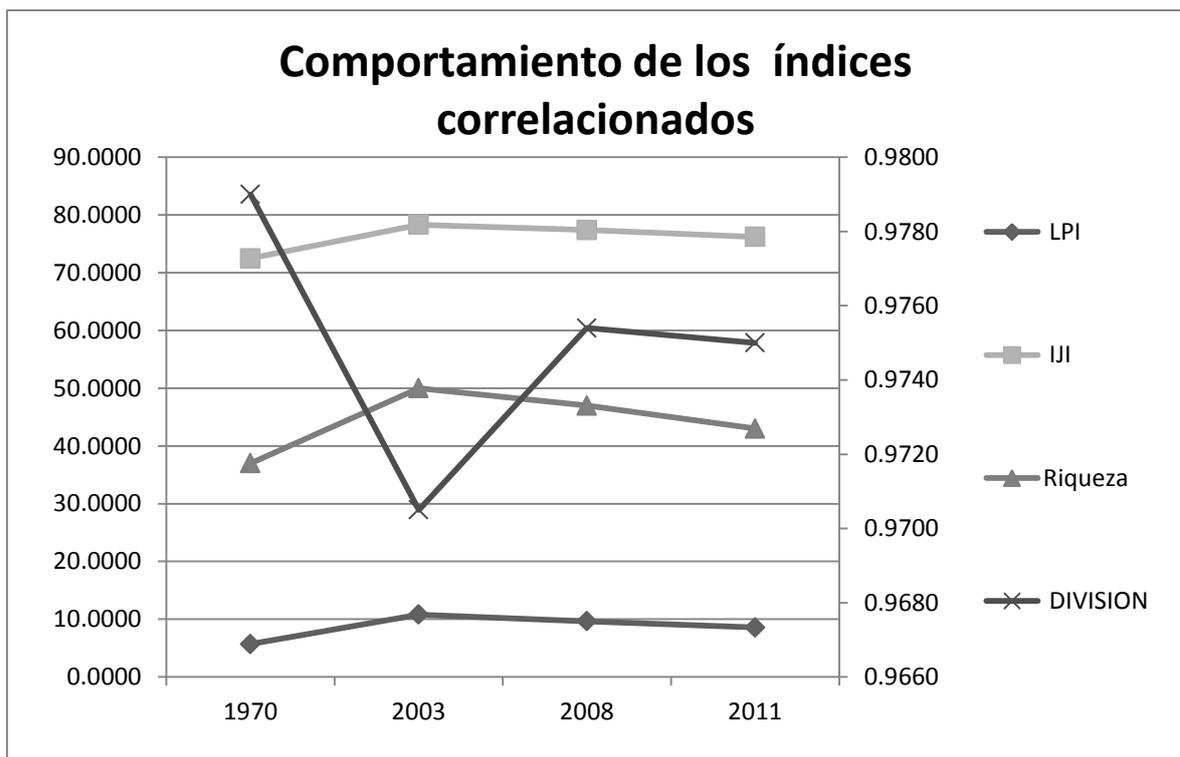


Figura 31. Comportamiento diacrónico de los índices correlacionados LPI, IJI, DIVISION y RIQUEZA

Cuando las especies compiten en un paisaje heterogéneo, su distribución final depende tanto de las cualidades de cada una de ellas como de la calidad de los elementos del mosaico (Danielson, 1991). Por ejemplo, si la población de una especie muy competitiva es especialista de un hábitat raro o poco productivo, en ausencia de intercambio con el medio circundante, excluirá de su hábitat a la especie menos competitiva. Por el contrario si una población de una especie menos competitiva recibe regularmente individuos inmigrantes desde hábitats conectados puede excluir a la especie competitiva (Burel y Baudry, 2002). Lo cual se debe de tener en cuenta para estudios posteriores y la gestión ecológica del área, dado que la ausencia de algunas especies o el cambio de la composición de las especies de aves se puede deber a la ausencia de intercambio de las especies especialistas por la urbanización del medio circundante.

Además, Taylor *et al.* (1993) concluye que la matriz circundante influye de forma crítica en los intercambios de las clases. En este caso la matriz, que es Vegetación cultivada en los cuatro años evaluados, es la fuente de alimento de muchas especies. Por ellos el campo de la UNALM permite un ambiente adecuado para la estadía de las aves.

Tras los resultados registrados se puede concluir que los diferentes tipos de ocupación cobertura y la heterogeneidad del paisaje garantiza la diversidad de las aves camperas en paisajes agrícolas, siendo compatible con los resultados de Atauri y de Lucio (2001) y Brotons *et al.* (2005).

4.5. ANÁLISIS DE TRANSICIÓN O PERMANENCIA DE LAS CLASES EN EL TIEMPO (2003 - 2012) BASADO EN PROBABILIDADES DE CAMBIO.

4.5.1. Análisis de la probabilidad de permanencia de las clases

Se definen cinco clases para el análisis de los patrones paisajísticos de los años 1970, 2003, 2008 y 2011: Vegetación Cultivada, Estructura Humana, Estructura Vegetativa, Suelo Descubierto y Fuente de Agua; las cuales se consideran como estados para la generación de un modelo de estado transición de los años 2003 y 2011. Este análisis se fundamenta en la probabilidad de cambio de un estado a otro, o de permanencia en el mismo. El modelo planteado busca representar los patrones dinámicos evidenciados desde el 2003 al 2011 y cuantificarlo (figura 32).

Las propiedades emergentes del paisaje son difíciles manejar de una manera directa, ya que está determinada por fuerzas que a menudo escapan de nuestra capacidad de descripción y comprensión. Por estas razones, para hacer entender la génesis y la dinámica de los paisajes, se utiliza un idioma basado en probabilidades (como lenguaje informativo) para identificar procesos clave (Farina, 2010) o patrones dinámicos en este caso.

La Vegetación Cultivada (VC) se muestra como el estado con mayor probabilidad de permanencia como tal (0.80). Es decir existe 80% de probabilidad que un punto al azar que fuera VC en el 2003 se mantenga con la misma tipo cobertura (CV).

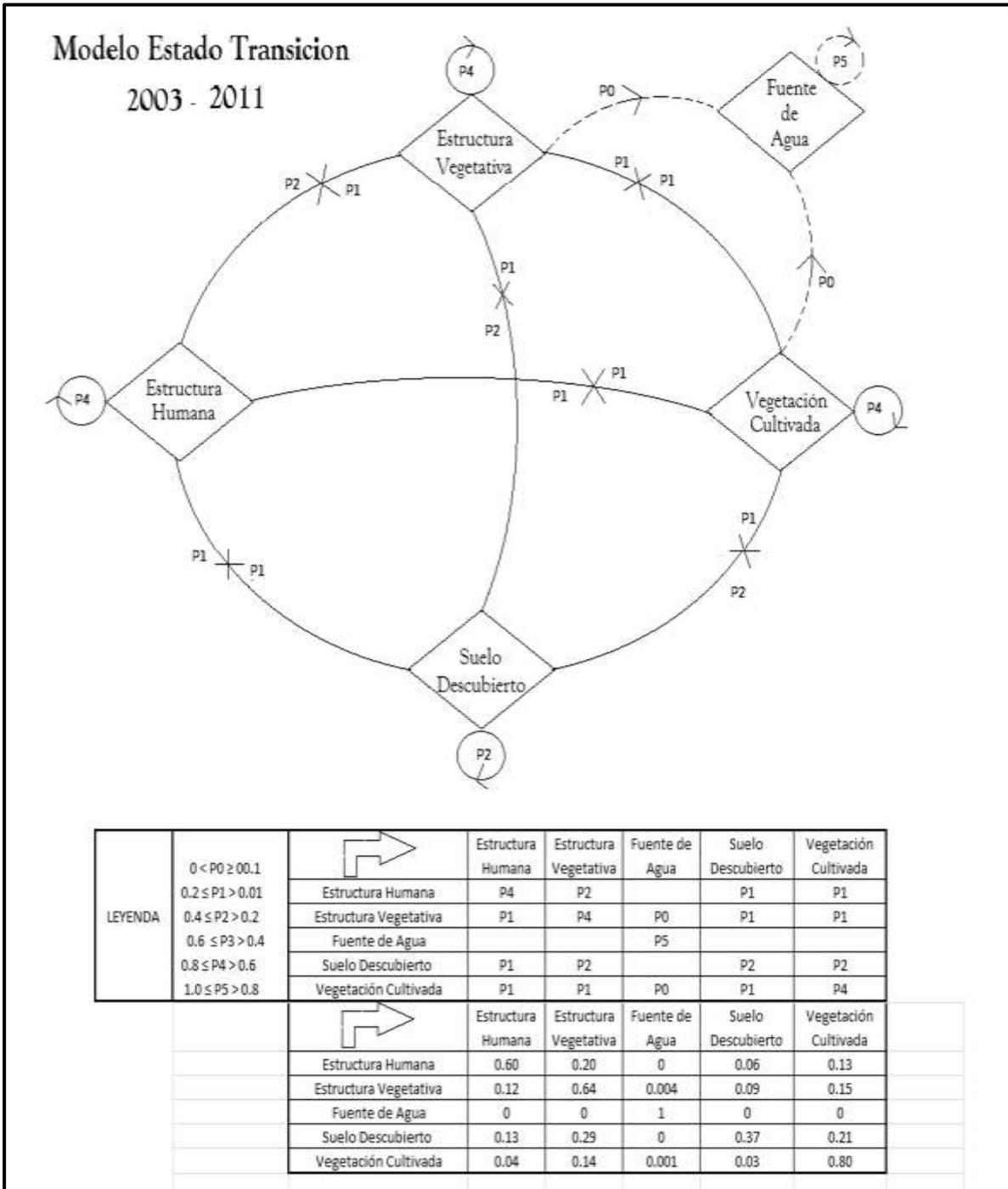


Figura 32. Modelo Estado transición (2003- 2011) de las clases evaluadas.
Elaboración propia.

Para el año 2003 y 2011 la Vegetación Cultivada representa la matriz del área estudiada; la matriz es el tipo de elemento del paisaje más extenso y conectado, desempeñando así un papel dominante en el funcionamiento del paisaje (Forman y Godron, 1986). Evaluando la conectividad se pueden distinguir en dos: la conectividad funcional, referida a la movilidad de las especies dentro del parche; y la conectividad estructural, conformada por la

continuidad de habitats (Andersson, 2006). La permanencia de la Vegetación Cultivada está fundamentada en los procesos sociales, ya que es un área agrícola que si bien factores externos al área de estudio ejerce presión de cambio (urbanización) las necesidades sociales internas requieren de permanencia como tal; también se basa en procesos naturales, porque los factores biológicos y físicos posibilitan el desarrollo de esta actividad. Este estado expresa inherentemente resiliencia (es decir, que son resistentes; Walker *et al.*, 2004)

El siguiente estado con alta probabilidad de permanencia es la estructura vegetativa (EV); cuyo valor es 0.64. Es decir el 64% de los puntos tomados inicialmente (2003) permanecen con la misma cobertura en el 2011. En cuanto a los procesos que promueven este estado son fundamentalmente naturales. Todos los sistemas socio-ecológicos están expuestos a dos fuerzas selectivas al mismo tiempo: la selección natural y cultural. La selección Cultural está guiada por las ideas humanas y preferencias (Andersson, 2006). Por lo tanto esta última a nivel de la EV está fundamentalmente dirigida a la poda de árboles o cerco vivo; también, a la limpieza de malezas. Sin embargo esta selección ocurre mayoritariamente a nivel de las áreas más urbanizadas en la zona de estudio; en las zonas agrícolas su control es mínimo permitiendo una mayor predominancia de la EV.

El efecto de urbanización aumentó la impermeabilidad de la superficie afectando tanto la geomorfología y procesos hidrológicos, cambiando los flujos de agua, nutrientes, y sedimentos (Leopold 1968, Arnold y Gibbons 1996). Si se tienen en cuenta que el campus cuenta con una deficiente gestión del agua, y posiblemente el poco control en la poda se suma a las condiciones naturales de estabilidad de EV.

Con alta probabilidad de permanencia, sigue de cerca Estructura Humana (EH) con el valor de 0.60. Es decir el 60% de los puntos lanzados permanecen como EH en los dos puntos temporales evaluados. Estructura Humana se basa en procesos que determinan los patrones urbanísticos, los cuales son fundamentalmente antropológicos. Los procesos sociales en el área estudiada en el rango temporal evaluado evidencian manteniendo de la infraestructura en porcentaje alto esto se puede deber a que la intensidad de uso de la tierra por el hombre llega a un cierto punto, el sistema pasa de ser controlado por factores bióticos y abióticos a ser controlado por las preferencias humanas, y el factor limitante será

entonces de los medios financieros o políticos para realizar estas preferencias (Hope *et al.*, 2003).

El estado de menor probabilidad de permanencia es el Suelo Descubierta (SD); cuyo valor es 0.37. Los procesos que determinan el SD, tanto naturales como sociales, actúan negativamente sobre él. En gran parte, la heterogeneidad presente en el medio urbano es probablemente el resultado de una amplia gama de diferentes objetivos y prácticas de gestión (Grimm y Redman, 2004). Estas decisiones prefieren el mantenimiento de otros estados como VC, FA, EH y EV (con función de cercos vivos y estructuras arbóreas); es decir las preferencias humanas actúan negativamente para el SD; a excepción de los caminos no pavimentados que determinan su poca estabilidad. Los factores biológicos y físicos tampoco favorecen a la formación de estructuras más complejas en el área de estudio; determinando a este como el estado más vulnerable.

Si bien Fuente de agua (FA) posee la mayor probabilidad de permanencia como tal (0.1), se debe tener en cuenta que se tomó 1 punto en el 2003 y el mismo se mantiene hasta el 2011.

Este resultado debe debido a la metodología, al buscar el tamaño de muestra óptimo de puntos tomado al azar donde estén representadas todas las clase aquella que tienen menor porcentaje de extensión cogerá el mínimo de puntos. En este caso FA posee solo el 0.06% del área total de estudio es poco representativo.

4.5.2. Análisis del cambio de la probabilidad de los estados

Los patrones observados en la dinámica del paisaje del área analizada del 2003 al 2011, están situados en el contexto de un sistema socio-ecológico urbano. En el periodo evaluado se determinó los porcentajes de cambio de cada estado hacia otros estados pudiendo observarse los cambios entre las clases (Figura 32) y la tendencia de cambio de la clase (Cuadro 10), siendo positivo cuando existe mayor probabilidad de aumentar su extensión y negativo cuando posee probabilidad de cambiar a otro tipo de cobertura.

Para comprender y manejar los paisajes urbanos o periurbanos, los procesos y las funciones deben ser comprendidos y vinculados a su origen territorial, ecológico, y social (Grimm y Redman 2004). Es importante identificar los procesos controlados o fuertemente influenciados por las actividades humanas debido a que estos son susceptibles de causar desviación comportamiento del sistema observado, pudiendo ser sucesiones detenidas (crecimiento natural de vegetación oportunista) o cambiando la estacionalidad (como zonas si vegetación se cubran con estructuras arbóreas) (Alberti *et al.*, 2003).

Como se ve en el Cuadro 10, la Estructura Vegetativa aumenta en 26.6%, donde hay una mayor probabilidad de que el estado Suelo Descubierta y Estructura Humana se convierta a EV (0.29 y 0.20 respectivamente).

Cuadro 10: Análisis de cambio en porcentaje de la probabilidad de las clases (2003-2011). Elaboración propia.

	Porcentaje de Estado Transición 2003 - 2011
Suelo Descubierta	-44.754
Estructura Humana	-10.280
Vegetación Cultivada	27.9
Fuente de Agua	0.504
Estructura Vegetativa	26.6

Los procesos sociales que involucran el descuido en la gestión de las VC promueven en crecimiento sobre EH, sumado al mal manejo del agua generan que especies oportunistas se desarrolle en lo que a un inicio fue SD. La Vegetación Cultivada aumenta en un 27.9%, donde hay mayor probabilidad de que el estado de SD se convierta en VC, con valor de 0.21.

Esto se explica por la utilización de espacios descubiertos para la implementación de jardines, basado el proceso social de la política de diseño de las áreas de estudio.

Fuente de Agua aumenta 0.5%, si es de proporciones pequeñas, estos cambios derivan de la clase Estructura Vegetativa y Vegetación Cultivada. Esto se debe a procesos sociales (decisiones para la gestión del recurso agua), existiendo la necesidad de más reservorios.

La Estructura Humana disminuye en un 10.28%, donde hay la mayor probabilidad de que este se convierta a EV, con un valor de 0.21. Como se mencionó anteriormente, esto puede explicarse por el incremento de la cobertura arbórea en las zonas urbanizadas solapando a las construcciones humanas en zonas urbanizadas o especies oportunistas en zonas periféricas.

La mayor disminución lo tiene el Suelo Descubierta perdiendo el 44.8% de su área, donde hay una mayor probabilidad de que este estado se convierta a EV (0.29) o VC (0.20).

Se explica, el cambio de SD a EV, por los procesos sucesionales que se originan cuando las condiciones son favorables.

4.6. SINTESIS GENERAL

4.6.1. Análisis previos

- Observando las imágenes en un área mayor que abarca inclusive los terrenos colindantes al campus de la UNALM tiene porcentaje de cambio en el paisaje más lento a comparación de las áreas colindantes. La cual se dividió en 4 zonas y grados diferentes iniciando de menor a mayor grado de cambio visual: Zona A: Terrenos de la Universidad Nacional Agraria, AAHH y Cerro; Zona B: Terrenos de institutos de investigación y desarrollo de temas Agrarios; Zona C: Urbanización Rinconada Baja y la Estancia; Zona D: Urbanización La Molina Vieja y El Remanso.
- La clasificación basada en la forma se recomienda para trabajar imágenes digitalizadas de fotografías aéreas e imágenes satelitales, dado que permite homogenizar la metodología de clasificación y obtiene un porcentaje alto de píxeles clasificados correctamente (87%).

4.6.2. Análisis de índices del paisaje y su variación en el tiempo.

- La matriz de la estructura del paisaje, desde el año 1970 hasta el año 2011, es vegetación cultivada; esta matriz ha variado desde 54.78% hasta 47.64 % del total de la superficie que abarca el paisaje estudiado en los años señalados. Los jardines han aumentado en porcentaje desde 12.34% hasta 17.51% del total de la superficie de la vegetación cultivada (VC) correspondiente para cada año. Pero el campo cultivado sigue siendo el porcentaje mayor (1970 con 87.43% al 2011 con 52.68% del VC). Este cambio suscitó la intercalación (mezcla) en las subclases dentro de esta clase, observándose un cambio en el valor del índice IJI: 72.82% en 1970 a 75.4% en 2011.
- El área en estudio es una zona intervenida desde épocas pre-hispánicas por la implementación de una compleja red de irrigación distribuida por el valle del Rímac lo cual permitió construir las características agrícolas del paisaje que se observó en 1970. Los valles costeros funcionan como oasis en medio del desierto circundante; en estas circunstancias geográficas la presencia de agua condiciona a su vez la existencia de vegetación; el porcentaje de Suelo descubierto en 17.93% en 1970 mientras para el 2011 este porcentaje disminuye hasta 9.76 % siendo lo restante remplazado por otra clase como Estructura Humana o Vegetación Cultivada (jardines) por acción humana (riego).
- La Estructura Vegetativa, presente en la clasificación de la imagen correspondiente al año 1970, tenía el papel de cercos vivos de protección y división con un porcentaje de 18.36% respecto al total del paisaje. De acuerdo a la información obtenida a través de las entrevistas, su composición y mantenimiento era tenido en cuenta por la gestión, predominando en zonas cercanas a campos de cultivo (IJI: 69.72). Para 2011, los cercos vivos de protección, tienen una extensión de 24.75% del paisaje

teniendo como característica primordial la presencia de vegetación oportunista, invadiendo áreas construidas e incluso estructuras arbóreas. Lo cual explica el valor del índice de intercalación o mezcla (IJI) con 78.9%. Esta es la clase más fragmentada a lo largo del tiempo.

- La Estructura Humana ha tenido un alto crecimiento (11.05%) entre los años 1970 y 2003; en el año 2003 esta clase llegó a cubrir el 19.97% del área del mosaico, iniciando en 1970 con un 8.92%; el crecimiento respondió a necesidades sociales como el aumento de los estudiantes, mejora en las vías de comunicación y distribución de agua. Pero para 2011, la cobertura correspondiente a la clase Estructura Humana, ha disminuido a 17.73% posiblemente por sobre-posición de la clase Estructura vegetativa por descuido en el diseño de las áreas verdes del campus.
- En el año 1970 la distribución de los fragmentos de las clases (configuración espacial) tenían una tendencia a estar separadas por ello el valor del índice de yuxtaposición para las clases en ese año no es tan alto a comparación con los valores del mismo índice para el resto de los años analizados; esto se explica además en el valor del índice de predominancia de la clase campo de cultivo en ese año (Largest Patch Index - LPI a escala de paisaje pertenece al campo de cultivo).
- Para el año 2003, la predominancia (LPI a escala de paisaje) lo obtiene la clase Estructura Humana, mostrando el parche con mayor unidad. Siendo el mayor valor incluso de todos los años de estudiados. En ese año, se puede observar, que la cobertura que posee el porcentaje del paisaje más alto es Vegetación Cultivada pero la Estructura Humana se dispersa por el campus aumentando la fragmentación de esta clase (VC).
- En el año 2008 y 2011, se observa el crecimiento de nodos en la clase Estructura Vegetativa (agrupaciones en vez de líneas rectas característico para esta clase en 1970 con una extensión de 32.75% del total) con 36.54% y

44.15% respectivamente. Esto se da por la plantación de áreas forestales en el campus y en aumento de vegetación oportunista.

- En el 2011, si bien la fuente de agua mantiene un tamaño pequeño, en el área sufre un aumento en su superficie por construirse reservorio amplio (0.12%).
- Los índices de configuración no brindaron gran información descriptiva de la evolución del paisaje dado que sus valores entre clases eran cercanos al igual que su variación temporal. Mientras que los índices de composición permitieron observar y cuantificar comportamiento del paisaje en el tiempo como la permanencia de la matriz por medio de PLAND o la dominancia de una clase por medio de LPI.

4.6.3. Análisis en el tiempo de la avifauna presente en el campus de la universidad nacional agraria de la molina.

- La riqueza específica entre el inicio del análisis (1970) y 2012 ha aumentado, de 37 especies en 22 familias hasta 43 especies en 21 familias. Pero tienen la riqueza más alta en el estudio de Quinteros (1992), con una abundancia de 50 especies en 25 familias. La composición de 1992 es diferente a la del 2012 como lo comenta Castillo (2013).
- El recambio de especies aviares no solo se debe al cambio de la estructura, también se ve influenciado por factores sociales antrópicos (la naturalización de especies como *Parabuteo unicinctus*, *Thraupis episcopus*, *Coereba flaveola* entre otros). Al igual por factores ambientales (como la presencia de *Leucophaeus pipixcan* en el evento del ENSO -El Niño Southern Oscillation) y la competencia intra-específica que contribuye al desplazamiento de especies típicas de la zona por especies introducidas. Tal

es el caso de *G. polyosoma* por *Parabuteo unicinctus*, *Traupis episcopus* con *Sicalis luteola*, y *Coereba flaveola* con *Conirostrum cinereum* entre otros.

- Se puede observar 21 especies de presencia constante en las evaluaciones temporales revisadas, de las cuales 4 son asociadas a campos de cultivo o coberturas específicas (*Pardirallus sanguinolentus*, *Crotophaga sulcirostris*, *Burhinus superciliaris*, *Sturnella bellicosa*, *Athene cunicularia*). Y en el último estudio revisado de Castillo (2013) no se presentó registro nuevas especies al compararlo con estudios anteriores.
- Se observa una diferencia en la composición de especies entre el estudio de Quinteros (1992) y los estudios de Castillo (en prensa, 2013); al comparar ambos, se ha tenido en cuenta que 16 especies ya no son registradas desde el 2009 en adelante (*Geranoaetus melanoleucus*, *Leucophaeus pipixcan*, *Falco peregrinus*, *Poospiza hispaniolensis*, *Tyto alba*, *Aeronautes andecolus*, *Streptoprocne zonaris*, *Columbina minuta*, *Petrochelidon rufocollaris*, *Tiaris obscurus*, *Aratinga wagleri*, *Geranoaetus polyosoma*, *Buteo platypterus*, *Chordeiles acutipennis*, *Metriopelia ceciliae*, *Sporophila peruviana*).
- El cushuri, *Phalacrocorax brasilianus*, podría tener asociación a la cobertura de Fuente de agua dada la oferta de alimento que se presenta. Y que su presencia en el campus coincidió con la presencia del cuerpo de agua de mayor tamaño en el campus.

4.6.4. Relación del análisis diacrónico del paisaje y la riqueza específica de las especies de avifauna en el campus de la universidad nacional agraria de la molina.

- El estudio concluyen que la riqueza específica de fauna aviar del área en estudio está ligado tanto a la configuración y composición de la estructura paisaje. Dado que LPI pertenece a índices de composición del paisaje y División e III correspondiente a índices de Configuración del paisaje. Los cuales se ajustan a modelos lineales de correlación con un coeficiente de determinación cercano a 1

para los tres casos ($R^2 = 0.9633$ para IJI; $R^2 = 0.9877$ para LPI; y $R^2 = 0.8383$ para DIVISION).

- Los índices de paisaje calculados se encuentran altamente correlacionados con la riqueza de aves, lo cual se manifiesta posiblemente por la escala fina de trabajo. La correlación es máxima para niveles intermedios de perturbaciones y en condiciones con alta heterogeneidad (en este caso mezcla de las clases, IJI); ambas situaciones están presentes en el año 2003. La correlación se ve limitada por el régimen de la perturbación humana donde esta riqueza específica aviar disminuye, siendo tendencia, hasta lo observado en el 2011.
- En efecto, las relaciones estructura - especie depende de las exigencias ecológicas de las especies, de su escala de percepción y de la escala de análisis del paisaje, lo cual confirma la teoría de ecología del paisaje como lo describe Suarez- Seoane (1998) Una misma transformación tendrá efectos positivos para un cierto número de especies y muy negativos para otras. Como se observa en la dominancia de la clase Estructura Humana (observado por la presencia de LPI en EH), es adecuada para especies muy generalistas, las cuales si bien están presentes y registradas en todos los estudios nombrados en el presente trabajo su número de especies de este tipo aumentan con el tiempo.
- Existe un porcentaje importante de aves registradas en el campus hasta el año 2003 que se pueden considerar exóticas para áreas urbanas que ya no son registradas con anterioridad; asimismo se observa el ingreso de otras especies como lo registra Castillo. Aun persiste la presencia de las especies más adecuadas a ambientes agrarios, posiblemente por la persistencia de la clase Vegetación Cultivada como matriz. Asimismo se observa, por los registros desde , que la composición de esta comunidad de aves es lo que más ha variado, también observado por Castillo (2013) al comparar el estudio de Quinteros (1992) y Castillo et al (en prensa).

4.6.5. Análisis de transición o permanencia de las clases en el tiempo (2003 - 2012) basado en probabilidades de cambio.

- La metodología del modelo realizado logro cuantificar los estados y las transiciones mediante probabilidades, lo que permitio obtener nuevos datos acerca de la estructura (composición y configuración) del paisaje; complementando la informacion cualitativa que ya brindaba los modelos de estado transición.
- El paisaje si bien parece estable por la alta probabilidad de permanencia de los estados (FA: 1; VC: 0.8; EV: 0.64; EH: 0.6; SD: 0.37); no lo es, dado que el sistema no son estables y podemos hallar transiciones, por ello se observa una baja tendencia a Estructura Vegetativa (26.6% ganado), tanto de Suelo descubierto como de Estructura Humana (0.29 y 0.20 de probabilidad de cambio respectivamente).
- Si bien no se observa un tendencia de cambio marcada a un estado, entre las clases estudiadas, se observa la disminucion marcada en la superficie de una clase: Suelo descubierto (-44.75% de variacion en la muestra tomada). La clase Suelo Descubierto cambia a Vegetación cultivada (0.21), pudiendo responder al tipo gestion presente de los recursos. Asimismo se observa un cambio desde suelo descubierto a Estructura vegetativa (0.29), por el aumento de estructura arborea en zonas determinadas y por el aumento de vegetacion oportunista en otras.

V. CONCLUSIONES

- Observando las imágenes en un área mayor que abarca inclusive los terrenos colindantes al campus de la UNALM, este último muestra una menor variación o cambio en el paisaje a comparación del cambio producido en las áreas colindantes. El contexto espacial del área de estudio se dividió en 4 zonas las cuales poseen grados diferentes de cambio visual, las que se describen a continuación de menor a mayor grado de cambio: Zona A: Terrenos de la Universidad Nacional Agraria, AAHH y Cerro; Zona B: Terrenos de institutos de investigación y desarrollo de temas Agrarios; Zona C: Urbanización Rinconada Baja y la Estancia; Zona D: Urbanización La Molina Vieja y El Remanso.
- La matriz del paisaje, en todos los años de estudio, pertenece a la misma clase la cual es Vegetación Cultivada; en esta matriz los campos de cultivo son la cobertura predominante de la clase, la cual se reduce a lo largo del tiempo; asimismo el Índice de Yuxtaposición (IJI) se incrementa dando a entender una mayor intercalación de las coberturas presentes en los últimos años. Prosiguiendo con el análisis de la matriz, se observa también que la Estructura Vegetativa ha aumentado su porcentaje de cobertura desde 1970 a 2011 (presentando valores de 18.36 a 24.75 respectivamente), el uso y conformación física de la Estructura Vegetativa ha cambiado desde cerco vivo hacia una conformación espacial de nodos, aumentando la yuxtaposición en toda el área de estudio. La Estructura Humana por otro lado aumentó desde 1970 al 2003 (el incremento porcentual fue desde 8.92 % hasta 19.98 % respectivamente); esto pudo deberse a las necesidades institucionales de infraestructura para investigación y producción, reduciéndose hasta el año 2011 (17.73%), y también al incremento de la población estudiantil. La categoría Suelo descubierto es en la que más ha disminuido en porcentaje hasta el año 2011 (los porcentajes respecto a la cobertura total fueron en 1970 17.93% y en

- el 2011 9.76%); esta clase ha sido reemplazado por los jardines y las construcciones.
- El índice de configuración que mostro mayor información y brindo una clara descripción del cambio, a nivel del paisaje, es IJI (índices de Yuxtaposición); este índice nos informa que el área muestra menor intercalación en el 1970 (72.48) subiendo radicalmente en el 2003 (78.33) y con tendencia a bajar hasta el 2011 (76.22).
 - EL índice de composición LPI nos indica que en 1970 la clase predominante en el paisaje es Vegetación Cultivada pero desde 2003 en adelante la predominancia lo tiene Estructura Humana. Lo cual explica el cambio en la composición de las especies en el periodo evaluado. En este sentido, se observa que la transformación del paisaje ha tenido efectos positivos para algunas especies y negativos para otras, favoreciendo a la observación de especies generalistas (de áreas urbanas) en el campus y dejando de registrarse a las muy especialistas (de áreas agrícolas), existiendo algunas perennes posiblemente por la adaptación al cambio del medio. Se puede apreciar el quiebre listados registrados de especies en el estudio de Quinteros (1992) y el listado de 1970 con los estudios publicados de Castillo (2013).
 - La riqueza específica de la avifauna no varía drásticamente pero se encuentra relación lineal con índices de configuración (IJI y DIVISION) y composición del paisaje (LPI) con coeficiente de interrelación altos. Teniendo correlación máxima para niveles intermedios de perturbación y en condiciones con alta heterogeneidad siendo limitada por el régimen de perturbación humana, lo cual se relaciona con el comportamiento del paisaje desde el 2003 hasta el 2011.
 - El análisis de la transición o permanencia de las clases, de cobertura del suelo, en el tiempo entre los años 2003 y 2011 nos indica que la permanencia de las clases son altas. En todo caso se observa una tendencia de cambio en el paisaje, donde se incrementa la clase Estructura vegetativa, perdiendo cobertura las clases Suelo Descubierta y Estructura Humana.

- La permanencia en el tiempo de las coberturas en todas clases se mantienen, a excepción de la clase Suelo descubierto (que tiene una probabilidad de permanencia de 0.37); asimismo los índices de configuración indican que no hay una variación drástica en el paisaje en los años estudiados. La clase Vegetación Cultivada posee la probabilidad de permanencia más elevada (0.8) y de cambio positiva (27.9) lo cual sugiere que esta clase aumenta en área, en un contexto donde su condición como matriz del mosaico de coberturas permanece constante entre los años 1970 y 2011. Si bien el estudio de estado transición indica que un paisaje en este periodo (2003-2011) tienen una leve tendencia a homogenizarse, ya que se observan clases que se están reduciendo y reemplazando por una sola (Estructura Vegetativa), esto se observa y se explica a través de los valores de los índices de yuxtaposición (JI) más altos en los años de estudio pertenece a la clase Estructura Vegetativa. El valor de este índice a nivel de paisaje aumenta desde 1970 al 2011 con el pico más alto en el 2003. Esta observación se refuerza al notarse un cambio en la dominancia en el paisaje desde la clase Vegetación cultivada hacia la clase Estructura Humana, lo cual es señalado por el índice LPI. Esto a su vez se expresa en el cambio en la composición de las especies de las aves.

VI. RECOMENDACIONES

6.1. ANÁLISIS PREVIOS

- Se recomienda estudiar el cambio del área externa al campus, posiblemente el cambio sea más lento en comparación con el área externa. Lo cual podría convertir al campus de la UNALM en un refugio de especies.
- La no confirmada tasa de cambio más lenta del campus se puede deber podría ser por su valor histórico o simbólico los cuales son llamados Islas de la memoria que suelen situarse en el centro de grandes espacios en permanente transformación (Buquets y Cortina, 2009).
- Asimismo se necesita un estudio de percepción el cual sería interesante realizar por el valor social que esta área tendría con las características que aún tienen y se está perdiendo.

6.2. ANÁLISIS DE ÍNDICES DEL PAISAJE Y SU VARIACIÓN EN EL TIEMPO.

- Probablemente los cercos vivos estén compuestos por especies nativas o introducidas altamente resistentes a cambios en el manejo de cultivos, clima, etc. dado que la disposición de un gran porcentaje de estos es la misma desde el año 1970, e incluso desde los orígenes de los canales de riego originales lo cual nos consta de acuerdo a la información analizada, por tanto se recomienda realizar un estudio al respecto.
- Para futuras investigaciones, se recomienda tener en cuenta la composición interna de las clases y el mantenimiento que se les provee. De este modo se podría observar como la composición varía en el tiempo, dado que las cualidades influye en la calidad de la clase lo cual determinan la capacidad de acogida que tienen (Hanski, 1989) al relacionarse con la presencia o ausencia de especies para su gestión.

- Se recomienda el estudio de los cercos vivos, su distribución y su relación con el flujo del agua, dado que posiblemente la distribución de esta no es la óptima dados los problemas expuestos de falta de agua.

6.3. ANÁLISIS EN EL TIEMPO DE LA AVIFAUNA PRESENTE EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA MOLINA.

- Con el fin de obtener una mejor comprensión de la dinámica poblacional, hay que tener en cuenta las especies que solo se observaron una vez, pero siguen observándose en áreas circundantes a la universidad. Posiblemente por la metodología de observación no son percibidas en los registros, recomendándose búsqueda intensiva. Tales como: *Falco peregrinus*, *Tyto alva*, *Anairetes reguloides* (Torito de cresta pintada) y *Rhodopis vesper* (Colibrí de oasis) entre otras.
- Se recomienda investigar si aún están presentes las 16 especies que ya no se registran desde el 2009. Posiblemente aún están presentes, pero en menor porcentaje o fueron desplazadas por motivos intra específicos o de cambio de cobertura, por lo cual sería interesante determinar en qué clase de cobertura podrían estar presentes para tener en cuenta en las gestiones del diseño de las áreas urbanas o periurbanas.
- Es necesario cuantificar la influencia del factor social y ambiental en el desplazamiento de las poblaciones de aves. Para así recomendar mejoras en la gestión de áreas sobre todo las que tiene alto impacto antrópico.
- Se recomienda investigar sobre hábitos alimenticios de aves registradas, y sobre preferencias de nidificación para determinar el grado de especialidad o generalidad que poseen. Además se recomienda hacer seguimiento de las dietas posiblemente modificadas, como la interacción entre ellas para determinar si existe competencia intra específica. Así poder recomendar políticas de gestión de recursos sobre todo en medios urbanos y la valoración ambiental de este recurso.

- La composición y la configuración del paisaje determina la composición de la asociación de los depredadores y controla indirectamente la dinámica de población de la presas como lo comenta Burel y Baudry (2002). Por ello la riqueza de este grupo de aves ,en el área de estudio, se ha reducido en el tiempo pudiendo ser un buen indicador. Se necesita estudios más específicos para argumentar este calificativo.

6.4. RELACIÓN DEL ANÁLISIS DIACRÓNICO DEL PAISAJE Y LA RIQUEZA ESPECIFICA DE LAS ESPECIES DE AVIFAUNA EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA MOLINA.

- Se recomienda repetir la correlacion riqueza especifica de aves con IJI, DIVISION y LPI (los cuales son índices de configuración y composición) en zonas urbanas y periurbanas para observar si estos índices son los que explican el comportamiento de la riqueza de especies para estos paisajes.
- Pickett et al. (1987) comenta que existe un plazo entre la aparición de nuevos hábitats y la colonización que se observa en todos los paisajes, ya se trate de sucesiones naturales tras una perturbación o de hábitats creados por el hombre. Esto no se vio claramente en los resultados posiblemente por la discontinuidad de los datos, pudiendose corregir si se mantienen los censos de aves y la caracterización del paisaje.
- Se recomienda mantener en el tiempo la relación con la variable estructural del paisaje, en los estudios de aves y fauna; la evaluación de la diversidad de un paisaje dinámico por esencia es uno de los objetivos de la investigación actual, en especial para tener en cuenta en gestión y ordenamiento donde el conocimiento de este tema es sobrepasado por la demanda social como lo argumenta Burel y Baudry (2002).
- Las relaciones estructura - especie dependen de las exigencias ecológicas de las especies y de su escala de percepción, por ello se recomienda identificar a las especies con importancia ecológica, funcional o cultural y observar la relación

espacio temporal con el paisaje para recomendar su gestión en el área del Campus UNALM.

- Se recomienda el estudio de los cercos vivos (Estructura Vegetativa) y su relación con las especies a detalle, dado que la estructura de red puede permitir el mantenimiento de meta-poblaciones como lo argumenta Burel y Baudry (2002).
- Se sugiere Mantener, complementar y restaurar la red de cercos vivos (Estructura vegetativa) que controla la circulación de agua para regular los mecanismos relativos a la gestión de la diversidad o la gestión del agua. Esta intervención se debería realizar Observando las actuaciones a escala de paisaje, en términos de estructura de la red, de mosaico y en relación a la geomorfología.
- Si se tiene en cuenta la periferia del área de estudio, observándose a una escala más amplia, la disminución de especies típicas de áreas agríolas podría deberse a la baja probabilidad de llegada de colonizadores al existir una mayor distancia entre parches de interés (en este caso área agrícola de la UNALM y zonas agrícolas externas cada vez más lejanas de la ciudad de Lima) a causa del proceso de urbanización; Fahrig y Merriam (1985) señalan que la tasa de crecimiento se reduce en una especie local aislada. Esto se aplicaría a especies no generalistas adaptadas a ambiente de urbanos las cuales no estarían aisladas, pero necesita ser comprobado con estudios posteriores.
- El control que ejerce la organización espacio-temporal del paisaje sobre las interacciones sostenibles como la interacción parasito- hospedador – ambiente (Combes 1998), ha sido poco estudiada hasta el presente. Sin embargo, tomando como referencia los estudios realizados tanto en la epidemiología como en la biología de la conservación, los factores explicativos de la dinámica de estas interacciones puede aportar soluciones a problemas sanitarios o de conservación (Burel y Baudry, 2002). Lo cual podría aplicarse en el diseño de áreas para evitar problema de plagas aviares, por ejemplo. Esto se observa en especial en la relación entre especie multi habitats y su asociación con el paisaje, observado la hospitalidad o no a ciertos elementos como sucedió en estudios de Forman y

Godron (1986); el estudio de la condición descrita para el caso del Campus UNALM ayudaría en la toma de decisiones para la gestión incluyendo la generación de corredores.

6.5. ANÁLISIS TRANSICIÓN O PERMANENCIA DE LAS CLASES EN EL TIEMPO (2003 - 2012) BASADO EN PROBABILIDADES DE CAMBIO.

- El modelo estado de cambio entre los años 2003-2011, pueden estar influenciados por factores temporales ya sean sociales o ambientales. Para observar la tendencia de los estados se recomienda aplicar la comparación para más años y así poder observar las propiedades emergentes del paisaje para recomendar mejoras en las prácticas de gestión del área.
- Probablemente existen tendencias en el gráfico no percibidas, por no tener en las probabilidades de cada transición graficadas, si no colocarlas en rangos y despreciar los decimales. Se recomienda mejorar los rangos o eliminarlos.
- Se recomienda tener en cuenta en la administración del campus la planificación de las clases Estructura Vegetativa, Fuente de agua, Vegetación Cultivada y Suelo Descubierta. Al cubrir solo cubrir las necesidades de infraestructura para las instalaciones de investigación y educación (Estructura humana), dado que según los resultados obtenidos no se tienen en cuenta la influencia directa de estos cambios en los flujos del sistema, en este caso Riqueza específica aviar además de observarse implicancias en la composición de las especies. Por ello también se recomienda investigar la relación de la variación de la estructura y su relación con flujos importantes para la gestión como el hídrico dentro del campus.

VII. -REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguiló, M. e Iglesias, E. 1995. Landscape inventory. Quantitative techniques in landscape planning. Estados Unidos de Norteamérica, CRR Press, p 47-85.
2. Alberti, M., J. M. Marzluff, E. Shulenberger, G. Bradley, C. Ryan, y C. Zumbunnen. 2003. Integrating humans into ecology: opportunities and challenges for studying urban ecosystems. *Bioscience* 53:1169–1179.
3. Anderson, M.J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral. Ecology* 26:32-46.
4. Andersson, E. 2006. Urban landscapes and sustainable cities. *Ecology and Society* 11(1): 34. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art34/>
5. Andren, H. 1992. Corvid density and nest predation in relation to forest fragmentation. A landscape perspective. *Ecology*, 73:794-804.
6. Arnold, C. y Gibbons, J. 1996. Impervious surface coverage: The emergence of a key environmental indicator. *Journal of the American Planning Association*, 62(2), 243-259.
7. Aauri, J.A. y De Lucio, J.V. 2001. The role of landscape structure in species richness distribution of birds, amphibians, reptiles and lepidopterans in mediterranean landscapes. *Landsc. Ecol.* 16: 147–159.
8. Baker, W. L. y Cai, Y. 1992. The r.le programs for multiscale analysis of landscape structure using the GRASS geographical information system. *Landscape Ecology* 7: 291-302.
9. Balent G. y Courtiade, B. 1992. Modelling bird communities landscape patterns relationships in a rural area of South Western France. *Landscape Ecology*, 6 (3):195-121.
10. Barsky, A. 2005. El Periurbano Productivo, Un espacio en constante transformación. introducción al estado del debate, con referencias al caso de Buenos Aires. *Revista Electrónica Scripta Nova* 9(194).

11. Bechard, M. J. 1982. Effect of vegetative cover on foraging site selection by Swainson's Hawk. *Condor* 84: 153- 159.
12. Bennett, A. 2004. Enlazando el pasiaje: el papel de los corredores y la conectividad en la conservacion de la vida silvestre. Master Litho, San Jose, Costa Rica. 278pp
13. Bennett, E. M., G. D. Peterson, y L. J. Gordon. 2009. Understanding relationships among multiple ecosystem services. *Ecology Letters* 12:1394-1404. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01387.x>
14. Bettini, V. 1998. Elementos de ecología urbana. Madrid: Editorial Trotta. 79 p.
15. Blair, C. y Taylor, R. 2008. Bioestadística- Ed. PEARSON. Prentice Hall. 552p.
16. Blondel, J. 1986. Biogeographie evolutive. Masson, Paris.
17. Boorman, S.A.; y Levitt, P.R. 1973. Group Selection on the boundary of a stable population. *Theoretical Population Biology*.
18. Briske, D. D., Bestelmeyer, B. T., Stringham, T. K., y Shaver, P. L. 2008. Recommendations for development of resilience-Based State-and-Transition Models. *Rangeland Ecology & Management*, 61(4), 359-367.
19. Brotons, L., Pons, P. y Herrando, S. 2005. Colonisation of dynamic Mediterranean landscapes: where do birds come from after fire? *Journal of Biogeography*, 32: 10 pp.
20. Burel, F y Baudry, J. 2002. Ecología del paisaje: Conceptos métodos y aplicaciones. Ediciones mundi prensa. España. 345p.
21. Burel, F. y Baudry, J. 1999. *Écologie du paysage. Concepts, méthodes et applications*, TEC & DOC, París.
22. Burel, F.; Baudry, J.; Butet, A.; Clergeau, P.; Delettre, Y.; Le Coeur, D.; Dubs, F.; Morvan, N.; Pailat, G.; Petit, S.; Thenail, C.; Lefeuvre, J.; y Brunel, E. 1998. Comparative biodiversity along a gradient of agricultural landscapes. *Acta Oecologica*, 19: 47-603.
23. Busquets, J. y Cortina, A. 2009. *Gestión del Paisaje, Manual de protección, gestión y ordenación del paisaje*. España, 1era ed. Ariel Patrimonio, p. 181-617
24. Capel, H. 1994. Las periferias urbanas y la geografía. Reflexiones para arquitectos. Barcelona: La geografía hoy. Textos, historia y documentación, Materiales de trabajo intelectual. Barcelona. Nº 43.

25. Carrete, M., Tella, J. L., Blanco, G., y Bertellotti, M. 2009. Effects of habitat degradation on the abundance, richness and diversity of raptors across neotropical biomes. *Biological Conservation* 142: 2002-2011.
26. Casco, P. N. y Ruiz, E. M. 2009. Paisaje compartido. Paisaje como recurso. Argentina. *Cuadernos del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación* 30: 232.
27. Castillo Palacios, L; Quinteros Carlos, Z; Castañeda Córdova, L. En Prensa. Las Aves del Campus de la Universidad Nacional Agraria la Molina. 1992-2011. Lima-Perú.
28. Castillo, L. 2013 Abundancia relativa y diversidad de la avifauna como indicadores del estado del ecosistema: campus de la Universidad Nacional Agraria la Molina. Tesis título de Bióloga. Lima. Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 149 p.
29. Chapin, F. S., Folke, C., y Kofinas, G. P. 2009. Principles of Ecosystem Stewardship A Framework for Understanding Change. USA: Springer Science+Business Media. pp. 3-29.
30. Congreso de la republica.PE. 1999. Dictamen conjunto de la comisión agraria y de la comisión de ambiente, ecología y amazonía (en línea). Lima, PE. Consultado 1 feb. 2014. Disponible en <http://www.congreso.gob.pe/comisiones/1999/agraria/dicta/Dic3969.htm>
31. Conway, T.M. y Lathrop, R.G. 2005. Modeling the ecological consequences of land use policies in an urbanizing region. *Environmental Management* 35(3): 278-291.
32. Corrales, M. 2012. Percepción de la Comunidad Universitaria sobre los Vertebrados Urbanos en la Universidad Nacional Agraria La Molina. Tesis Título de Biólogo. Lima. Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 105 p.
33. Cossíos, D. 2010. Vertebrados naturalizados en el Perú: historia y estado del conocimiento. *Revista peruana de biología*. 17(2): 179 – 189.
34. Dajoz, R. 2002. Tratado de ecología. Cap. Ecología del paisaje y metapoblaciones. Mundi- Prensa, Madrid. 395- 428 pp.
35. Danielson, B. J. 1991. Communities in a landscape: the influence of habitat heterogeneity on the interactions between species. *The American Naturalist*, 100: 218-224.

36. Darwish, A; Leukert, K. y Reinhardt W. 2003. Image Segmentation for the Purpose Of Object-Based Classification. Geoscience and Remote Sensing Symposium. IGARSS. IEE International 3. pp. 2039-2041.
37. Davis, M.A. 2003. Biotic globalization: does competition from introduced species threaten biodiversity. *Bioscience*, 53:481-489.
38. Davis, M.A. 2009. *Invasion biology*. Oxford University Press, New York. 244 pp.
39. De Soto H. 1986. *El Otro Sendero*. Editorial El Barranco, Perú. 317p.
40. Dean, A.M .2003. An evaluation of per-parcel land cover mapping using maximum likelihood class probabilities. *Int. J. Rem. Sens.* 24: 2905-2920.
41. Del Hoyo, J.; Elliott, A. y Sargatal, J. 1996. *Handbook of the Birds of the World*, vol. 3: Hoatzin to Auks. Lynx Edicions, Barcelona, Spain.
42. Di Pace, M. y Bartrons, C. 2004. *Ecología de la Ciudad*. Buenos Aires. Prometeo-UNGS. 382 p.
43. Donald, P. y Fuller, F. 1998. Ornithological atlas data: a review of uses and limitations *Bird Study* 45: 129-145.
44. ERDAS, 2008. ERDAS imagine 9.3. Disponible en: <http://erdas-imagine.software.informer.com/9.3/>
45. ESRI, 2012. ArcGis 10 (ESRI) Disponible en: <http://www.esri.com/software/arcgis/arcgis10>
46. Europarc-España .2002. *Plan de Acción para los espacios naturales protegidos del Estado español*. Fundación González Bernáldez, Madrid.
47. Farina, A. 2010. *Ecology, Cognition and landscape linking natural and social systems*. New York: Springer Science+Business Media
48. Fernandez, R y Leiva, M. 2004. *Ecología para la agricultura. Paisajes Agrarios*. España, Ediciones mundi prensa, 223p.
49. Flanders, D. Hall-Beyer, M. Pereverzoff, J. 2003. Preliminary evaluation of eCognition object-based software for cut block delineation and feature extraction. *Can. J. Rem. Sens.* 9: 441-452.
50. Flores, M.A.; Manzanero, M. GI.; Fuentes, M.H.; Trejo, O.A. y Tapia, P.D. 2009. *Consultoría para el manejo de ecosistemas y conservación de la biodiversidad. Programa de manejo sustentable, conservación de ecosistemas y su biodiversidad en la mixteca oaxaqueña*. CIIDIR-IPN, México. 120 p.
51. Forman, R. T. 1995. *Land mosaics: the ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press, Cambridge, England.

52. Forman, R. T. y Godron M. 1986. Landscape Ecology. John Wiley & Sons, New York. 619 p.
53. Forman, R.T. y Alexander, L.E. 1998. Roads and their major ecological effects. Annual Review of Ecology and Systematics 29: 207-231.
54. Gascon, C.; Lovejoy, T.; Bierregaard, R.O.; Malcolm, J. R.; Stouffer, P.C.; Vasconcelos, H.L.; Laurance, W.F.; Zimmerman, B.; Tocher, M. y Borges, S. 1999. Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. Biol Conserv 91:223–229.
55. Gil- Tena, A. (2010). Factores determinantes de la riqueza, distribución y dinámica de las aves forestales a escala de paisaje en Cataluña: Implicaciones para la gestión forestal sostenible. Ecosistemas 19(2):150-154.
56. Gloor, S., Bontadina, F., Hegglin, D., Deplazes, P., y Breitenmoser, U. 2001. The rise of urban fox populations in Switzerland. Mammalian Biology 66: 155-164.
57. Gómez-Baggethun, E.; Gren, Å.; Barton, D. N.; Gren, A.; Langemeyer, J., McPhearson, T.; O’Farrell, P.; Andersson, E.; Hamstead, Z. y Kremer, P. 2013. Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities: A Global Assessment Urban Ecosystem Services
58. González Bernáldez, F. 1981. Ecología y Paisaje. Blume ediciones. España. 250p solo resumen
59. González, O. 1998. *Coereba flaveola*. Un ave nueva en el ecosistema de los parques de la Ciudad de Lima. Ecología 1 (1): 79-83.
60. González, O. 2000. Notas sobre distribución y poblaciones de aves en campos de cultivo del Valle de Majes (Arequipa-Perú). Memorias del IV Congreso Latinoamericano de Ecología.
61. González, O. 2004. Ecología de aves urbanas en un parque de la Ciudad de Lima. Tesis de Maestría. Lima, Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 102 p.
62. Grimm, N. B., y C. L. Redman. 2004. Approaches to the study of urban ecosystems: the case of Central Arizona Phoenix. Urban Ecosystems 7:199–213.
63. Guevara, Diego. 2012. Avifauna del vivero forestal de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Xilema, 25:83-87.
64. Guevara, S. y Laborde, J. 2009. El Enfoque Paisajístico en la Conservación: Rediseñando las Reservas para la Protección de la Diversidad Biológica y Cultural en América Latina. Environmental Ethics. 30:33-44.

65. Gurrutxaga, M. y Lozano, P. 2008. Ecología del Paisaje. Un marco para el estudio integrado de la dinámica territorial y su incidencia en la vida silvestre. *Estudios Geográficos*. 69 (265): 519-543.
66. Gustafson, E. J., y Parker. G. R. 1992. Relationships between landcover proportion and índices of landscape spatial pattern. *Landscape Ecology* 7:101-110.
67. Gustafson, E.J.; Zollner P.A; Sturtevant B.R.; He H.S. y Mladenoff D.J. 2004. Influence of forest management alternatives and land type on susceptibility to fire in northern Wisconsin, USA. *Landscape Ecology* 19: 327-341.
68. Hammer, Ø y Harper D.A.T. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. version 2.17. Natural History Museum University of Oslo.
69. Hammer, Ø. 2012. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis: Reference manual, version 2.17. Natural History Museum University of Oslo. 229 p.
70. Hanski, I. 1989. Metapopulation dynamics: does it help to have more the same. *TREE*. 4:113-114.
71. Hastings, A, y Wolin, C. 1989. Within patch dynamics in metapopulation. *Ecology*, 70: 1.261-1.266.
72. Heikkinen, R.K., Luoto, M., Virkkala, R. y Rainio, K. 2004. Effects of habitat cover, landscape structure and spatial variables on the abundance of birds in an agricultural-forest mosaic. *J. Appl. Ecol.* 41: 824–835.
73. Hernández Rodríguez, O. 1998. *Temas de Análisis Estadístico Multivariado*. Primera Edición. Editorial de la Universidad de Costa Rica. 171p.
74. Holdridge, L. R. 1967. *Life Zone Ecology*. Tropical Science Center. San José, CR. 226p.
75. Hope, D., C. Gries, W. X. Zhu, W. F. Fagan, C. L. Redman, N. B. Grimm, A. L. Nelson, C. Martin, y A. Kinzig. 2003. Socioeconomics drive urban plant diversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 100:8788–8792.
76. Huston, M.A. 1994. *Biological Diversity: The Coexistence of Species on Changing Landscapes*. Cambridge University Press, 708 p.
77. Ibero, C. y Puente, E. 1999. Setos, linderos y sotos de ribera. Beneficios ambientales y economicos. *Vida Rural*, 83: 76-78.

78. IUCN. 2013. The IUCN Red List of Threatened Species. Descargado el 21 Diciembre 2013. Version 2013.2. disponible en: <<http://www.iucnredlist.org>>.
79. Jaeger, J. A. 2000. Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation. *Landscape Ecol.* 15:115-130.
80. Koepcke, M. 1964. Las Aves del Departamento de Lima. Lima. Perú. Gráfica Morsom S.A. 127 p.
81. Leopold L. 1968. Hydrology for Urban land Planning a Guidebook on the Hydrologic Effects of Urban Land Use. Geological Survey Circular. 26 p.
82. Leveau, C. M. y Leveau., L. M. 2006. Ensamblajes de aves en calles arboladas de tres ciudades costeras del sudeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Hornero* 21: 25-30
83. Levins, R. 1970. Extinctions. En *Some mathematical questions in biology.* American Mathematics Society, Providence, Rhode Island, 2: 77-107.
84. Li, H., y Reynolds, J. F. 1993. A new contagion index to quantify spatial patterns of landscapes. *Landscape Ecology* 8:155-162.
85. Likens, G. E. 1992. The ecosystem approach: its use and abuse. Ecology Institute, Oldendorf/Luhe, Germany.
86. López - López, P., C. García-Ripollés, J.M. Aguilar, F. Garcia- Lopez y Verdejo, J. 2006. Modeling breeding habitat preferences of Bonelli's Eagle (*Hieraaetus fasciatus*) in relation to topography, disturbance, climate and land use at different spatial scales. *J. Ornithol.* 147; 97-106.
87. Malinga, R., Gordon, L. J., Lindborg, R., y Jewit, G. 2013. Using Participatory Scenario Planning to Identify Ecosystem Services in Changing Landscapes. *Ecology and Society*, 18(4).
88. Marín, G. O. 2005. Avifauna del campus de la Universidad del Quindío. *Boletín SAO* 15 (2): 42-60.
89. Marja, R. 2008. Relationship between bird fauna diversity and landscape metrics in agricultural landscape: an estonian case study. University of Tartu, Faculty of Geography. *Hirundo*, 21: 28-50.
90. McGarigal, K.M y Ene. E. 2012. FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Disponible en; http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/downloads/fragstats_downloads.html

91. McGarigal, K.M. y Marks. B.J. 1995. FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Gen. Tech. Report PNW-GTR-351, USDA Forest Service, Pacific Northwest
92. McGarigal, K.M.; Cushman, S.A.; Neel, M.C. y Ene. E. 2012. Manual FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst, available at the following web site: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>.
93. McKinney, M.L. 2002. Urbanization, biodiversity, and conservation. *Bio- Science* 52: 883–890.
94. Memoria Anual del rector . 1991. Memorias del rector Dr. Flores Mere (1990, La Molina) . Lima. Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina. 200p
95. Merriam, H. G. 1989. Ecological processes in the time and space of farmland mosaic. En I. S. Zonneveld y R. T. Forman. *Changing landscapes: an ecological perspective*. Springer- Verlag:121-133.
96. Mitchell, B. R., Shriver, W. G., Dieffenbach, F., Moore, T., Faber-Langendoen, D., Tierney G.; Tierney, G.; Lombard, P. y Gibbs, J. 2006. Northeast Temperate Network Vital Signs Monitoring Plan Technical Report NPS/NER/NRTR-2006/059. National Park Service, Northeast Temperate Network, Woodstock, Vermont.
97. Mitri, G.H y Gitas, I.Z .2002. The development of an object-oriented classification model for operational burned area mapping on the Mediterranean island of Thasos using LANDSAT TM images. *Forest Fire Research & Wildland Fire Safety*. Millpress. Rotterdam, Holanda.
98. Mooney H.A. y Cleland, E.E. 2001. The evolutionary impact of invasive species. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. 98:5446-5451.
99. Moreira, J.M. 2005. Ortofotos digitales de Andalucía, un valor ambiental en alza. *Revista Medio Ambiente* 49: 35-37. Municipalidad de La Molina. PE. 2012. Boletín de indicadores demográficos del distrito de La Molina. (en línea). Lima, PE. Consultado 1 Febrero 2014. Disponible en http://www.munimolina.gob.pe/descargas/pdf/ley_portal_transparencia/boletin_demografico_la_molina_2012.pdf.

100. Murphy, D.; Freas, K. y Weis, S. 1990. An environment matapopulation approach to population analisis (PVA) for a threatened invertebrate. *Conservation Biology*, 4: 41-51.
101. Musick, H. B. y Grover. H. D. 1991. Image textural measures as índices of landscape pattern. *Quantitative methods in landscape ecology*. Springer-Verlag, New York. pp 289-307.
102. Niemeyer, I. y Canty M.J .2001. Knowledge- Based Interpretation of Satellite Data by Object-Based and multi-scale image analysis in the context of nuclear verification. In *Geoscience and Remote Sensing Symposium. IGARSS 01. IEE International 7: 2982-2984*.
103. Odum, E. *Fundamentos de ecología*. México: Nueva Editorial Interamericana, 1988.
104. Olcese, O. 2002. “Enfrentando la Adversidad camino a la Gloria” Historia de la Universidad Nacional Agraria La Molina 1902-2002. Lima, Perú. UNALM
105. O'Neill, R.V.; Krummel, J.R.; Gardner, R.H.; Sugihara, G.; Jackson, B.; DeAngelis, D.L.; Milne, B.T.; Turner, M.G.; Zygmunt B.; Christensen, S.W; Dale, V.H. y Graham. R.L. 1988. Índices of landscape pattern. *Landscape Ecol.* 1:153-162.
106. Ortega- Álvarez, R. y Macgregors-Ford I. 2013. *Ecología Urbana Experiencias en Latino América*. México. 126 pp.
107. Parrott, L. y Meyer, W. 2012. Future Landscapes: Managing within complexity. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(7): 382–389 doi:10.1890/110082
108. Pedroza, H. y Dicoovskyi, L. 2007. *Sistema de Análisis Estadístico con SPSS*. IICA. INTA. Managua. 165 p.
109. Peña, V. 2011. Una aproximación metodológica para la caracterización espacial de las áreas verdes públicas del distrito de La Molina, Lima, Perú. En prensa. 15p.
110. Perea, A. J.; Meroño, J. y Aguilera, M. J. 2009. Clasificación orientada a objetos en fotografías aéreas digitales para la discriminación de usos del suelo. *Interciencia* 34(9): 612-616.
111. Perfecto, I. y J. Vandermeer. 2008. Biodiversity conservation in tropical agroecosystems: A new paradigm. *Annals of the New York Academy of Science*,: The Year in Ecology and Conservation Biology. 1134: 173-200.

112. Piana, R.; Mencho, C. y Angulo, F. 2013. El Gavilán Acanelado (*Parabuteo unicinctus*) utiliza las áreas urbanas y estaría aumentando su población en la ciudad de Lima, Boletín Informativo UNOP Vol 8. N° 2. 14p.
113. Piana, R.P. 2013. Ecology and conservation of a diurnal raptor community within a protected area in northwestern Peru. PhD thesis, Manchester Metropolitan University.
114. Piana, R.P. y Marsden S.J. 2012. Diversity, community structure, and niche characteristics within a diurnal raptor assemblage of northwestern Peru. *Condor* 114:279-289
115. Pickett, S. T. A., S. L. Collins Y J. J. Armesto, 1987. Models, mechanisms and pathways of succession. *Bot. Rev.* 53: 335-371.
116. Pickett, S.T. y Cadenasso, M.L. 1995. Landscape ecology: spatial heterogeneity in ecological systems. *Science* 269:331-334.
117. Plengue, M. 2013. List of the Birds of Perú. Boletín UNOP
118. Quinteros, D. Z. 1992. Determinación de los Patrones de uso Temporal y Espacial de los Cultivos de Maíz por las Aves Granívoras de la UNALM. Tesis título de Bióloga. Lima. Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 131 p.
119. Quirós, E. M. 2009. clasificación de imágenes multiespectrales aster mediante funciones adaptativas. Tesis Doctoral, España. Universidad de Extremadura. 214 p.
120. Revoredo, L. 2012. La Molina, disfrutando mi hogar 50 años 1962 – 2012. Edición conmemorativa por el cincuentenario de creación política del distrito de la Molina. Municipalidad de La Molina. (en línea). Lima, PE. Consultado 15 Febrero 2013. Disponible http://www.munimolina.gob.pe/descargas/pdf/historia/historia_50_edicion_2012.pdf
121. Risser, P.G., Karr, J.R. y Forman, R.T. 1984. Landscape ecology: directions and approaches. Illinois Natural History Survey Special Publ. N°. 2. Illinois Natural History Survey, Champaign, Illinois.
122. Rosenzweig, M. L. 1995. Species diversity in spaces and time. Cambridge University Press, Cambridge.
123. Salinas, L.; Arana, C. y Pulido, V. 2007. Diversidad, abundancia y conservación de aves en un agroecosistema del desierto de Ica, Perú. *Revista Peruana de Biología*. 13(3): 155 – 167

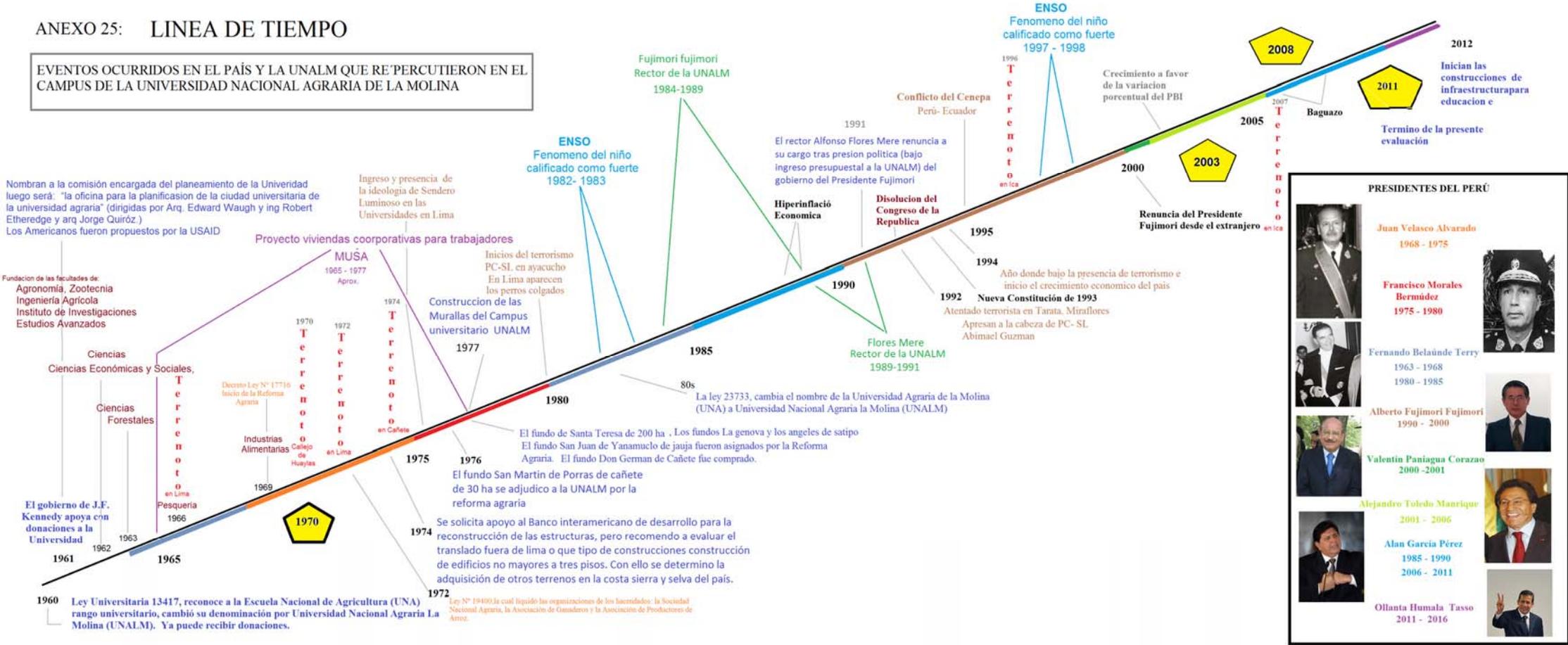
124. Schmutz, J.K .1989. Hawk occupancy of disturbed grasslands in relation to models of habitat selection. *Condor*. 91p.
125. Schulenberg, TS; Stotz, DE; Lane, DF; O'Neill, JP y Parker III, TA. 2010. Aves del Peru. *Field Museum of Natural History*. 660 p.
126. Seppelt, R.; Fath, B.; Burkhard, B.; Fisher, J.; Grêt-Regamey, A.; Lautenbach, S.; Pert, P.; Hotes, S.; Spangenberg, J.; Verburg, P. H.; y van Oudenhoven, A. P. 2012. Form follows function? Proposing a blueprint for ecosystem service assessments based on reviews and case studies. *Ecological Indicators*21:145-154.
127. Sobrino, J. A. 2000. Teledetección. Universidad de Valencia, Valencia. 468p.
128. Stringham, T. K., Krueger, W. C., y Shaver, P. L. 2003. State and transition modeling: An ecological process approach. *Journal Of Range Management*, 56(2), 106 -113.
129. Suarez- Seoane, S. 1998. Efectos ecologicos derivados del abandono de tierras de cultivo en la provincia de León(minicipio de Chozas de Abajo). Tesis doctoral, Universidad de Leon, León-Inra SAD Armorique, Rennes. 281pp.
130. Takano, F y Castro I, N. 2007. Avifauna en el Campus de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Lima-Perú. *Revista de Ecología Aplicada* , 6 (1,2).
131. Takano, F. 2010. Diversidad de aves y estimación del daño que causan sobre la producción de maíz en el campus de la UNALM. Lima. Perú. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Agraria La Molina. 83 p
132. Tapia, L., Dominguez, J. y Rodriguez. L. 2007. Modelling habitat preferences by raptors in two areas of northwestern Spain using different scales and survey techniques. *Vie et Milieu* 58:257-262.
133. Taylor, P. D., L. Fahrig, K. Henein, y G. Merriam. 1993. Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos* 73:43-48.
134. Thunnissen, H, y Wit, A . 2000. The National Land Cover Database of the Netherlands. *ISPRS J. Photogram. Rem. Sens.* 33: 223-230.
135. Tischendorf, L. y Fahrig, L. 2000. "How should we measure landscape connectivity?. *Landscape Ecology* 15: 633–641.
136. Tord, L.; Guerrero, D.; Escarcena, A.; Vallejo, F.; Vallejo, F. y Ferreyra, O. 2009. Historia del distrito de la Molina. Municipalidad de la Molina. Perú. 313 pp.

137. Trimble, 2003. eCognition 7. Disponible en: <http://www.ecognition.com/document/definiens-developer-version-7>
138. Tryjanowski, P. 1999. Effect of Habitat Diversity on Breeding Birds: Comparison of Farmland Bird Community in the Region of Wielkopolska (W. Poland) with Relevant Data from Other European Studies. *Pol. J. Ecol.* 47: 153–174.
139. Turker, M. y Arikan, M. 2005. Sequential Masking Classification of Multi-temporal Landsat7 ETM+ images for field-based crop mapping in Karacabey, Turkey. *Int. J. Rem. Sens.* 26: 3813-3830.
140. Turner, M. G. 1990. Spatial and temporal analysis of landscape patterns. *Landscape Ecology* 4:21-30.
141. Turner, M. G., Gardner, R. H., y O'Neill, R. V. 2001. *Landscape Ecology In Theory And Practice - Pattern and Process*. New York: Springer-Verlag.
142. Turner, M. G., y Gardner, R. H. 1991. *Quantitative methods in landscape ecology*. Springer-Verlag, New York.
143. Turner, M.G. 1987 *Landscape heterogeneity and disturbance*. Springer-Verlag, *Ecological models*, New York, 64.
144. Vila, J.; Varga, D.; Llausàs, A. y Ribas, A. 2006. Conceptos y métodos fundamentales en Ecología del Paisaje. Una interpretación desde la geografía. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, nº 48, pp. 151-166.
145. Walker, B.; Holling, C.; Carpenter, S. R. y Kinzig, A. 2004. Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society* 9:5. Available at: <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5>. Accessed June 2005.
146. Wetzel, J.; Wambaugh, J y Peek, J. 1975. Appraisal of white tailed deer winter habitats in northeastern Minnesota. *Journal of Wildlife Management*, 39:59-66.
147. With, K. A. y Crist, T. O. 1995. "Critical thresholds in species' responses to landscape structure", *Ecology*, nº 76, pp. 2446-2459.

VIII. ANEXOS

ANEXO 25: LINEA DE TIEMPO

EVENTOS OCURRIDOS EN EL PAÍS Y LA UNALM QUE REPERCUTIERON EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA MOLINA



PRESIDENTES DEL PERÚ

	Juan Velasco Alvarado 1968 - 1975
	Francisco Morales Bermúdez 1975 - 1980
	Fernando Belaúnde Terry 1963 - 1968 1980 - 1985
	Alberto Fujimori 1990 - 2000
	Valentín Paniagua Corazao 2000 - 2001
	Alejandro Toledo Manrique 2001 - 2006
	Alan García Pérez 1985 - 1990 2006 - 2011
	Ollanta Humala Tasso 2011 - 2016