



## APLICACIÓN Y USO DE MATRICES EN ECOLOGÍA

Cañibano Alejandra, Sastre Vázquez Patricia, Gandini Marcelo  
Facultad de Agronomía – UNCPBA – Argentina  
mac@faa.unicen.edu.ar; psastre@faa.unicen.edu.ar; mgandini@faa.unicen.edu.ar

**Nivel Educativo:** Terciario, Universitario

**Palabras clave:** matrices, universitarios, ecología, imágenes satelitales

### RESUMEN

En Ecología el hábitat es el espacio que reúne las condiciones adecuadas para que una especie pueda residir y reproducirse, perpetuando su presencia. La fragmentación y pérdida del hábitat constituye la peor amenaza en lo que se refiere a pérdida de biodiversidad y los recursos bióticos. Como su nombre lo indica, describe la aparición de discontinuidades (fragmentación) en el medio ambiente y el hábitat se va transformando en varios fragmentos y el resultado en algunos casos es una reducción de la capacidad productiva de los ecosistemas. Existen diferentes medidas para cuantificar el grado de fragmentación: medidas de extensión, subdivisión, geometría, conectividad del hábitat entre otras. De una o de otra manera todos estos parámetros se relacionan con la matemática a través de las distintas ramas que ésta nos ofrece, principalmente el álgebra y la geometría. El propósito de este trabajo es hacer uso de dos de estos indicadores: Proporción y Dominancia, aplicando los conceptos matemáticos que un alumno de Ingeniería Agronómica, debe aprender en las materias correspondientes a primer año. Se plantea además, la necesidad de enseñar y mostrar la matemática como herramienta para la resolución de problemas típicos de la carrera universitaria que los alumnos elijen para estudiar.

### INTRODUCCIÓN

La ecología de paisajes es una rama de la ecología que estudia las relaciones entre el patrón espacial y los procesos. Asimismo, los tipos y tasas de los procesos ecológicos y, especialmente, los sociales afectan la configuración espacial.

La fragmentación y la pérdida del hábitat constituye la peor amenaza en lo que se refiere a la pérdida de biodiversidad y los recursos bióticos (Badii y Ruvalcaba, 2006 a; Badii y Abreu, 2006 b).

Como consecuencia de la fragmentación, un hábitat se fractura y se divide en varios fragmentos o islas y la capacidad productiva de estas islas en comparación con la del hábitat original, normalmente e históricamente, se disminuye, salvo la relación entre las fuentes y los resumideros y la estructura y la composición de los corredores biológicos (Badii et al, 1999).

Se definen las métricas del paisaje a las distintas medidas disponibles para cuantificar el grado de fragmentación del hábitat.

Existe una gran cantidad de métricas para poder cuantificar la configuración del paisaje o los patrones espaciales, muchos programas los calculan de manera pronta pero, se debe tener presente el concepto de cada una de ellas para su correcta utilización y comprensión.

En este trabajo se van a utilizar sólo dos métricas para estudiar la composición del paisaje, aunque haya más de las que van a ser expuestas creemos que contribuyen a poder exponer una aplicación de la matemática para alumnos terciarios y universitarios de carreras que analizan o tratan la dinámica de los agroecosistemas.



## IMPORTANCIA DE LA MATEMÁTICA APLICADA

Creemos que la matemática no es únicamente un trabajo abstracto- intelectual, sino que estudia diversos problemas cuyos resultados, algunas veces representan buenos aportes a la sociedad y también revelan la importancia de esta ciencia para el mundo actual.

La matemática puede modelar la realidad de manera simbólica y eso la convierte en una herramienta indispensable para la comprensión de los objetos y procesos de estudio. La matemática es cada vez más fuerte y vivaz porque es una manera de hablar del mundo y es un ladrillo fundamental en la tecnología moderna.

## DEFINICIÓN DE DOS MÉTRICAS DE PAISAJE

Comenzamos definiendo patrón a la configuración, dentro de un territorio dado, de los diversos fragmentos de relativa homogeneidad interna en cuanto a funciones ecosistémicas o usos de la tierra. La organización espacial de estos fragmentos; esto es, tamaños relativos, tipo de distribución espacial; distancia y conectividad entre ellos, influyen en las tasas y los tipos de procesos biológicos y humanos en el territorio.

Para medir la composición del paisaje vamos a utilizar dos métricas: la proporción ( $p_i$ ) del paisaje y la dominancia (D)

Estas métricas tienen su importancia relativa dentro del conjunto de todas las métricas porque la primera nos habla de porcentaje de determinado fragmento dentro de la estructura general del paisaje y la segunda indica paisajes dominados por pocos o muchos tipos de cobertura.

Proporción ( $p_i$ ) del paisaje: la proporción ocupado por el  $i$ -ésimo tipo de fragmento es la más fundamental de las medidas y es calculada como sigue:

$$p_i = \frac{\text{Número total de celdas de la categoría } i}{\text{Número total de celdas en el paisaje}}$$

Dominancia (D) (O'Neill et al. 1988). Se puede calcular como:

$$D = \frac{\ln(S) + \sum_i [p_i * \ln(p_i)]}{\ln(S)}$$

Donde, S es el número de tipos de cobertura,  $p_i$  es la proporción del  $i$ -ésimo tipo de cobertura. La dominancia toma valores de 0 a 1; los cercanos a 1 indican un paisaje dominado por uno o varios tipos de cobertura mientras que los cercanos a 0 indican que las proporciones de cada tipo de cobertura son casi iguales. Estos índices provienen de la teoría de la información.

## APLICACIÓN MATEMÁTICA

Se presenta en este trabajo un sector de una imagen satelital Landsat, del año 2001, imagen que toma casi la totalidad del sector urbano y parte del ejido de la ciudad de Azul, provincia de Buenos Aires. Si bien la imagen es bastante amplia en la misma se observa un recuadro de la zona que se evaluará para este trabajo.

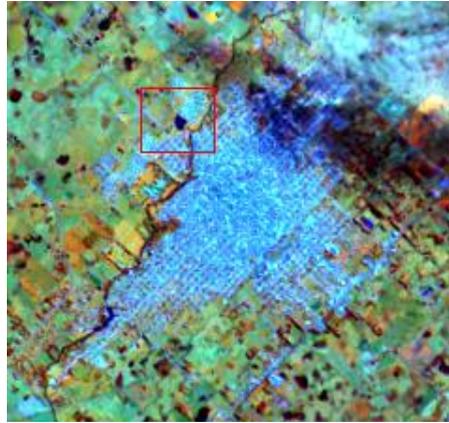
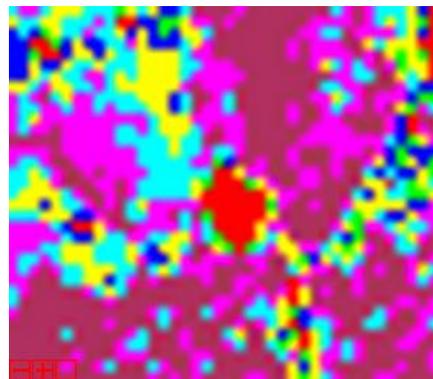


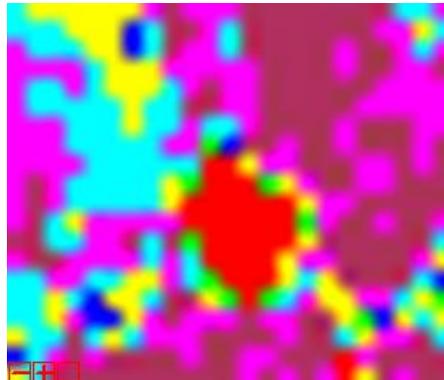
Imagen Landsat 7 ETM- Abril 2001

El sector recuadrado y sometido a una clasificación no supervisada, este proceso de clasificación consiste en agrupar un conjunto de  $n$  objetos, definidos por  $p$  variables, en  $c$  clases, donde en cada clase los elementos posean características afines y sean más similares entre sí que respecto a elementos pertenecientes a otras clases permite observar los distintos fragmentos que son las diferentes unidades morfológicas que se pueden diferenciar en el territorio del paisaje con mayor detalle



El color rojo indica el sector correspondiente al Lago Güemes (artificial) donde la predominancia del elemento es el agua, por lo tanto todos los píxeles, que se observen en color corresponderán al elemento agua, lo que sea zona urbana se verá en colores violeta y fucsia y todo lo referente a campo (ejido) en celeste, amarillo, azul.

Las imágenes satelitales se nos ofrecen de dos maneras, una es como la venimos presentando, visualmente observamos la imagen y la otra en forma de matriz de datos, ambas se denominan en formato raster. Los programas especializados se encargan de todas las operaciones entre millones de píxeles que contiene una imagen. Como el objetivo del trabajo es presentar una aplicación que sea pertinente a una clase práctica de matemática y donde el alumno relacione conceptos aprendidos y los vuelque a la resolución de una situación dada, se procede a reducir nuevamente la imagen de manera que resulte un producto tangible; la siguiente imagen está reducida a un sector que abarca (22 X 19) píxeles.



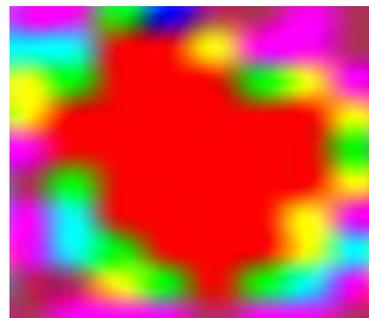
Nuevamente surge una matriz demasiado amplia para poder trabajar cómodamente entonces vuelve a hacerse una reducción que abarque un determinado tipo de fragmento, en este caso el Lago Güemes.

Primera Actividad: Componer una matriz de datos

La conformación de la matriz puede ser arbitraria, asignando números a distintos colores que se nos aparecen, así hacemos una tabla con la siguiente valoración:

COLOR	VALOR
ROJO	1
AMARILLO	2
VERDE	3
FUCSIA	4
VIOLETA	5
CELESTE	6
AZUL	7

$$A = \begin{pmatrix} 4 & 4 & 3 & 7 & 5 & 5 & 4 & 5 \\ 6 & 6 & 1 & 1 & 2 & 4 & 4 & 5 \\ 2 & 3 & 1 & 1 & 1 & 3 & 2 & 4 \\ 2 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 2 \\ 4 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 3 \\ 5 & 3 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 2 \\ 4 & 6 & 1 & 1 & 1 & 1 & 2 & 4 \\ 4 & 6 & 3 & 1 & 1 & 1 & 2 & 6 \\ 5 & 5 & 2 & 3 & 1 & 3 & 6 & 4 \\ 5 & 4 & 4 & 4 & 5 & 4 & 4 & 5 \end{pmatrix}$$



Segunda Actividad: Cálculo de la proporción ( $p_i$ ), del fragmento que corresponde al elemento agua en el paisaje



$$p_i = \frac{\text{Número total de celdas de la categoría } i}{\text{Número total de celdas en el paisaje}}$$

$$p_i = \frac{30}{80} = 0.375$$

Tercera Actividad: Cálculo de la Dominancia

$$D = \frac{\ln(S) + \sum_i [p_i * \ln(p_i)]}{\ln(S)}$$

Donde, S es el número de tipos de cobertura,  $p_i$  es la proporción del  $i$ -ésimo tipo de cobertura. La dominancia toma valores de 0 a 1; los cercanos a 1 indican un paisaje dominado por uno o varios tipos de cobertura mientras que los cercanos a 0 indican que las proporciones de cada tipo de cobertura son casi iguales.

$$S = 7$$

Elementos	$p_i$
1: rojo	0,375
2: amarillo	0,1125
3: verde	0,1
4: fucsia	0,20
5: violeta	0,125
6: celeste	0,075
7: azul	0,0125

$$D = \frac{\ln(7) + (0,375 * \ln(0,375) + 0,1125 * \ln(0,1125) + 0,1 * \ln(0,1) + 0,20 * \ln(0,20) + 0,125 * \ln(0,125) + 0,075 * \ln(0,075) + 0,0125 * \ln(0,0125))}{\ln 7} = 0,139$$

El valor 0,139 está más cercano a 0 que a 1 por lo que de acuerdo a la definición de Dominancia en el paisaje elegido para el estudio predominan, por igual, distintas clases de cobertura.

## CONCLUSIONES

Realizar actividades de este tipo en el aula no es una tarea imposible, si el docente de las materias básicas no está familiarizado con otras temáticas de la carrera le queda el recurso de la integración con docentes de otras disciplinas como la geografía o las ciencias naturales, que ofrezcan sus conocimientos y sus intereses en la matemática. Queda siempre dicho que la matemática como herramienta actúa en forma más poderosa que en el papel de una materia aislada y sin conexión con otras disciplinas. Brindar al alumno situaciones problemáticas donde deban relacionarse con la carrera a través de la matemática redundará en un beneficio para ellos, para el docente y para el proceso de aprendizaje.

## BIBLIOGRAFÍA

Badii, M. H. y Abreu, J. (2006 a). Metapoblación, conservación de recursos y sustentabilidad. *Daean*, 1(1), 37-51.



Badii, M. H., Ruvalcaba, R. (2006 b). Fragmentación del hábitat: el primer jinete de Apocalipsis. *Calidad Ambiental*, XII (3), 8-13.

Badii, M. H., Flores, A., Quiróz H., Foroughbakhch, R. (1999). Metapoblación; teoría y aplicación. *Ciencia UANL*, II (2), 133-140.

O'Neill, R., Krummel J., Gardner, R., Sugihara, G., Jackson, B., DeAngelis, D., Milne, B., Turner, M., Zygmunt B., Christensen, S., Dale, V., Graham, R. (1988). Indices of landscape pattern. *Landscape Ecology* 1, 153-162.