

Modelo de distribución espacial de *Nodilittorina varia* (Sowerby 1832), en un sector de la Reserva de Producción Faunística Manglares El Salado, Provincia del Guayas, Ecuador

Pattern of distribution of *Nodilittorina varia* (Sowerby 1832), in an area of the Wildlife Reserve Manglares El Salado, Province of Guayas, Ecuador

Marcos Vera^{a*} & Gladys Rodríguez^b

^aEgresado Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil, Av. Raúl Gómez Lince
s/n y Av. Juan Tanca Marengo, Guayaquil, Ecuador

^bDocente de la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil, Av. Raúl Gómez
Lince s/n y Av. Juan Tanca Marengo, Guayaquil, Ecuador

Recibido 6 de marzo 2014; recibido en forma revisada 20 de junio 2014, aceptado 27 de junio 2014
Disponible en línea 31 de julio 2014

Resumen

El presente trabajo fue realizado en un ramal de manglar de la Reserva de Producción Faunística Manglares El Salado, ubicado contiguo al tercer puente de la vía perimetral. Aplicamos el modelo matemático de distribución de Poisson para evaluar la disposición de individuos de *Nodilittorina varia* en el substrato fangoso-rocoso, para ello se utilizó cuadrantes con dimensiones de 30 cm² en un área de 800 m², distribuidos al azar en toda el área, se registraron los individuos durante las mareas bajas. La investigación mostró que el método matemático de Poisson en *Nodilittorina varia* (distribución al azar) no fue del todo satisfactoria, pues se detectó que la especie estudiada presenta más bien una disposición de carácter agrupada o de contagio. Esto se pudo comprobar con la prueba de bondad de ajuste *ji* cuadrado, con diferencias significativas.

Palabras claves: Ecuador, El Salado, manglares, *Nodilittorina varia*.

Abstract

This work was carried out on a branch of the mangrove swamp Wildlife Reserve Manglares El Salado, that is located adjacent to the third bridge off the Perimetral road. In order to evaluate the availability of individuals of *Nodilittorina varia* on the rocky-muddy substrate, the mathematical Poisson distribution model was applied. Thus, plots of 30 cm² were sampled in an area of 800 m², randomly distributed randomly throughout, the individuals were recorded during low tides. The research showed up that the mathematical method of Poisson in *Nodilittorina varia* at random distribution was not entirely satisfactory, since it was found that the studied species presented rather a provision of aggregated or contagious character. This was checked by Chi-Square test for Goodness Fit, with significant differences.

Keywords: Ecuador, El Salado, mangroves, *Nodilittorina varia*.

Introducción

La Reserva de Producción Faunística Manglares El Salado (RPFMES), localizada en el sur-oeste de la ciudad de Guayaquil, se creó el 15 de noviembre del año 2002, según el Acuerdo Ministerial N° 142. Esta reserva comprende remanentes de bosque de manglar que son muy productivos y son el hábitat de muchas especies. No obstante, a pesar que este ecosistema está siendo intervenido a diario por acción antropogénica, sólo las especies más resistentes son las que logran adaptarse, reproducirse y dispersarse, por lo que sus poblaciones ameritan ser estudiadas.

Dentro de la diversidad que presenta La Reserva de Producción Faunística Manglares El Salado, existen 18 especies de moluscos, entre ellas *Nodilittorina varia*, que vive adherida a las raíces de los árboles de mangle y también se evidencia en el substrato rocoso y sedimentos lodosos de la zona intermareal.

Cuando se estudia la autoecología de una especie, es necesario tener en cuenta la distribución espacial de los individuos que conforman la población. Esta distribución determinada los rangos de tolerancia frente a las condiciones ambientales, los

* Correspondencia del autor:
E-mail: markyus_1199@hotmail.com



requerimientos de recursos, las interacciones con otros individuos (competidores, predadores) factores históricos y condiciones de espacio habitables por los organismos. Este espacio puede ser continuo o discontinuo y los organismos pueden tener comportamientos diferentes de distribución: al azar, uniforme o amontonada.

La distribución al azar ocurre cuando la presencia de cada uno de ellos es independiente de la presencia de otros organismos (Smith, 2001). Es el arreglo más simple que tienen los organismos en el espacio.

La distribución uniforme ocurre cuando los individuos en una población están más o menos equidistantes unos de otros (Smith, 2001). Aun cuando el sustrato o medio físico fuese constante, los individuos muestran entre sí una interacción negativa que toma la forma de competencia por un cierto recurso, que puede ser el espacio físico o el alimento (Franco *et al.*, 2011).

La distribución contagiosa ocurre cuando el espacio habitable es discontinuo, es decir, donde de un punto a otro las condiciones de factores que afectan la supervivencia y el comportamiento de los individuos no se mantiene constante (Rabinovich, 1984). Los individuos tienden a concentrarse en los sitios donde están los recursos que necesitan.

La presencia aparentemente abundante de este molusco en un medio altamente contaminado, hace interesante conocer su modelo de distribución dado que constituye un eslabón importante en la cadena alimenticia del medio ecológico del manglar por ser uno de los alimentos básicos de las aves que viven en ese hábitat, especialmente de la garza caracolera. Esta investigación tiene como objetivo aplicar el modelo matemático de distribución de Poisson (distribución al azar) para evaluar la distribución del molusco *Nodilittorina varia*, e interpretar ecológicamente la supervivencia de la población en este hábitat degradado.

Materiales

Cuadrantes de 30 cm², guantes, botas de caucho, cámara fotográfica.

Metodología

Los muestreos fueron realizados en la posición: 2° 13' 45.54" S, 79° 56' 57.21" W (figura 1). Se analizó la autoecología del caracol de manglar *Nodilittorina varia* en la zona supralitoral (límite de la pleamar), en los sustratos lodosos-pedregosos, en un área de 800 metros cuadrados (40 x 20 m), en Reserva de Producción Faunística Manglares El Salado.

Procedimiento:

1. Se utilizaron cuadrantes de 30 x 30 centímetros distribuidos en forma aleatoria dentro del área de estudio (figura 2).



Figura 1. Mapa de la Reserva de Producción Faunística Manglares El Salado, especificando el sitio de muestreo.



Figura 2. Individuos frecuentes en cuadrantes de 30 x 30 cm.



Figura 3. Fotografía de *Nodilittorina varia*. Reproducida de la publicación: Malacofauna bentónica existente en los alrededores de la ciudad de Guayaquil (Estero Salado y Río Guayas), durante 2003. Cortesía del autor, Dr. Manuel Cruz.

2. Se procedió a contar los organismos presentes en el interior del cuadrante.

Descripción de la especie

Familia: LITTORINIDAE

Nodilittorina varia, Sowerby (1832) (figura 3).

Concha enrollada de forma turbiniforme a ovalada, de tamaño pequeño a mediano con escultura casi lisa que puede presentar nubosidades, nunca hay espinas. Abertura circular sin canal sifonal, opérculo quitinoso paucispiral (Cruz, 2003).

Análisis estadístico

Para evaluar la disposición de los individuos de la población usamos el Índice de la razón varianza/media. Una razón menor que uno, se considera como un arreglo uniforme (varianza menor que la media), una razón igual a uno (media igual a la varianza) corresponde a una disposición al azar que sigue el modelo de Poisson y una razón mayor que uno (varianza mayor que la media) correspondiente a un arreglo contagioso.

Para estimar la media utilizamos:

$$\bar{x} = \frac{\sum f x}{f}$$

Donde *f* son las frecuencias observadas.

Para estimar la varianza utilizamos:

$$S^2 = \frac{\sum f x^2 - \frac{(\sum f x)^2}{\sum f}}{\sum f - 1}$$

Para estimar los intervalos de confianza utilizamos el modelo propuesto por Blackman (1942), quien los define por:

$$ES = \sqrt{\frac{2}{(n-1)}}$$

Donde *n* es el número de muestras.

Para probar mejor el ajuste de los datos a las distintas distribuciones, fue conveniente comparar los valores de frecuencias esperadas de celdas con distinto número de individuos, con las esperadas de acuerdo a cada tipo de distribución. Usamos el modelo de bondad de ajuste de Ji-cuadrado de tablas *n-1* grados de libertad y 95% de confianza, para determinar la concordancia entre los datos observados (campo) y esperados (generados por el modelo de Poisson).

$$P=(x=0) = \frac{e^{-x} (\bar{x})^x}{x!}$$

Donde *e* = 2.718281 Poisson, (1837).

Resultados

En la Reserva de Producción Faunística Manglares El Salado, se procedió a registrar la distribución de 208 caracoles de *Nodilittorina varia*, cuyos resultados se encuentran en una tabla de distribución de frecuencias (tabla 1).

La primera columna registra el número de caracoles en cada cuadrante; la segunda columna muestra las frecuencias observadas, es decir el número de

cuadrantes que contienen un determinado número de caracoles. Se observó que 33 cuadrantes no presentan ningún individuo, pero la mayoría de los cuadrantes contienen 1 y 2 caracoles.

Tabla 1. Tabla de distribución de frecuencias de *Nodilittorina varia* registrados en cuadrantes de 30 x 30 cm, en la Reserva de Producción Faunística Manglares El Salado, Ecuador.

Número de caracoles por cuadrante <i>x</i>	Frecuencia observada <i>f</i>	<i>f.x</i>	<i>f.x²</i>
0	33	0	0
1	51	51	51
2	48	96	192
3	28	84	252
4	19	76	304
5	16	80	400
6	8	48	288
7	1	7	49
8	2	16	128
9	1	9	81
10	1	10	100
Total	208	477	1845
Media	2.29		
Varianza	3.63		
Relación varianza/media	1.58		

Como se puede observar, de acuerdo a la media 2.29, el suceso es raro, porque hay 2.29±0.196 caracoles por cuadrante, en término medio.

En *Nodilittorina varia* la relación de la varianza con la media es 1.58, lo que corresponde a un arreglo espacial contagioso de la población.

Cuando contrastamos por medio de la prueba de bondad de ajuste de Ji-cuadrado con *n-1* grados de libertad y el 95% de confianza, evidenciamos que el modelo al azar de Poisson, no es satisfactorio para caracterizar la distribución de los individuos de *Nodilittorina varia*.

Tabla 2. Cálculo de las Frecuencias esperadas de Poisson

Número de caracoles por cuadrantes <i>x</i>	Frecuencia observada <i>f</i>	Frecuencia esperada <i>f̂</i>	$\frac{(f - \hat{f})^2}{\hat{f}}$	Desviación de lo esperado
0	33	20.99	6.87	+
1	51	48.15	0.17	+
2	48	55.21	0.94	-
3	28	42.20	4.78	-
4	19	24.19	1.11	-
5	16	11.10	2.16	+
6	8	4.24	3.33	+
7	1	1.39	0.11	-
8	2	0.40	6.40	+
9	1	0.10	8.10	+
10	1	0.02	48.02	+
Total	208	207.99	81.99	

Discusión

Por varios estudios ecológicos ha quedado comprobado que los organismos, tanto plantas como animales, no es frecuente que se repartan aleatoriamente, incluso en hábitats aparentemente homogéneos (Cadahia, 1977). Según Taylor (1961, 1984), y Taylor *et al.*, (1979), este tipo de dispersión es la forma que se encuentra más comúnmente en la naturaleza (Grum, 1973; Den Boer, 1979; De los Santos *et al.*, 1982) evaluaron la distribución de coleópteros en relación a la utilización de su hábitat y basándose en la revisión de la literatura casi del 96% de los artrópodos (el grupo más diverso de todos los organismos del planeta) tienen este tipo de dispersión (Taylor *et al.*, 1979).

La disposición de *Nodilittorina varia* en el espacio, depende del tipo de sustrato que les da mayor estabilidad de vida. En esta investigación solo se evaluaron los sustratos fangosos y rocosos.

Cuando comparamos las frecuencias observadas con las frecuencias esperadas, se evidencia que las frecuencias observadas son mayores que las esperadas en los extremos y menores que las esperadas en el centro (Sokal, 2002). Esta relación se ve en la última columna de la tabla 2, en donde se muestran los signos de las desviaciones (desviación de lo esperado).

De acuerdo a la cantidad de espacio, disponible en cada cuadrante y al número de caracoles que podrían haberse asentado, en un cuadrante cualquiera del sustrato rocoso, el número real de caracoles encontrado es relativamente bajo.

Conclusiones

De acuerdo a los resultados, se evidenció que existen diferencias significativas entre las frecuencias observadas y las frecuencias esperadas, esto se debe a que hay muchos cuadrantes con uno y dos caracoles y pocos cuadrantes con 7, 8, 9 y 10 caracoles.

La interpretación biológica del patrón de dispersión varía en las especies. Los caracoles del manglar de *Nodilittorina varia*, de acuerdo a los datos obtenidos, tienen una alta probabilidad de presentar distribución amontonada o de contagio, condición que está sujeto a los ritmos de marea (pleamar y bajamar) y a las condiciones constantes de afectación del sustrato lodoso del manglar con relleno de basura de naturaleza muy variada.

En consecuencia, el modelo matemático adecuado para describir la repartición de *Nodilittorina varia* en el sustrato fangoso y rocoso, corresponde a la función de distribución discreta.

Recomendaciones

La presente investigación estudió únicamente la distribución de *Nodilittorina varia*, en futuros trabajos se recomienda tomar en consideración el

ámbito temporal además de la estacionalidad seca y lluviosa, con los distintos factores que se presentan tales como salinidad, temperatura, nivel de mareas, pH, entre otros.

Otra parte importante que se deriva del estudio, es la realización de una investigación de competencia interespecífica, tomando en consideración que *Nodilittorina varia* coexiste compartiendo el mismo hábitat con otras especies herbívoras.

Agradecimientos

Debemos expresar nuestro agradecimiento a los estudiantes del II Semestre de la cátedra de Ecología General del año 2013, quienes ayudaron en los muestreos de campo.

Referencias

- Blackman, G. E. 1942. Statistical and ecological studies in the distribution of species in plant communities. I. Dispersion as a factor in the study of changes in plant populations. *Ann. Bot. Lond.* 6:351-370
- Cadahia, D. 1977. Repartición espacial de las poblaciones en Entomología aplicada. *Bol. Serv. Plagas* 3:219-233.
- Cruz, M. 2003. Malacofauna bentónica existente en los alrededores de la ciudad de Guayaquil (Estero Salado y Río Guayas), durante 2003. *Acta Oceanográfica del Pacífico* 12(1):135-145.
- De los Santos, A., C. Montes & L. Ramírez-Díaz. 1982. Modelos espaciales de algunas poblaciones de coleópteros terrestres en dos ecosistemas del Bajo Guadalquivir (SW España). *Mediterránea Ser. Biol.* 6:65-92.
- Den Boer, P. J. 1979. The significance of dispersal power for the survival of species, with special references to the carabid beetles in a cultivated countryside. *Fortschr. Zool.* 25(2-3):79-94.
- Franco, L., G. de la Cruz, L. Abarca, C. Bedia & E. Valero. 2011. *Ecología y conservación: Laboratorio y campo*. México. Editorial Trillas. 342 p.
- Grum, L. 1973. Patterns of *Carabus arcensis* Hbst. distribution within different habitats. *Bull. Acad. Pol. Sci. Cl. II, Sér. Sci. Biol.* 21:229-233.
- Poisson, S. D. 1837. Recherches sur la probabilité des jugements en matière criminelle et en matière civile, précédées des règles générales du calcul des probabilités. *Bachelier, Imprimeur-Libraire pour les Mathématiques. La Physique, etc.* Paris.
- Rabinovich, J. E. 1984. *Introducción a la ecología de poblaciones animales*. México. CIA. Editorial Continental. 313 p.
- Smith, R. & Th. Smith. 2001. *Ecología*. Madrid-España. Pearson Educación, 642 p.
- Sokal, R. & J. Rohlf. 2002. *Introducción a la Bioestadística*. España. Editorial Reverté, 362 p.
- Taylor, L. R. 1961. Aggregation, variance and the mean. *Nature* 189:732-735.
- Taylor, L. R. 1984. Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations. *Ann. Rev. Entomol.* 29:321-257.
- Taylor, L. R., I. P. Woiwood & N. Perry. 1979. The density dependence of spatial behaviour and the rarity of randomness. *J. Anim. Ecol.* 47:383-406.