



Actividad: ¿Cómo podemos interpretar la distribución espacial de los organismos en un ecosistema?

Guía del maestro

Materia: Ciencias

Nivel: Maestros/as 7-9

Concepto principal: Distribución espacial, hábitat, Índice de Agregación.

Conceptos secundarios: Ciclo de vida, varianza de la muestra, media de la muestra, nicho ecológico.

Conocimiento previo: Población, fenotipo, factores bióticos y abióticos.

Objetivos específicos de aprendizaje:

- Conocer la relación entre la distribución espacial de los organismos y su biología.
- Utilizar la estadística descriptiva para describir la distribución espacial de los organismos
- Conocer la importancia del Índice de Agregación utilizado en Ecología para describir y comparar los patrones de distribución espacial de diferentes organismos.
- Desarrollar destrezas en el uso del programado Excel y sus aplicaciones.

Estándares y Expectativas:

7^o - 9^o

Naturaleza de la ciencia, tecnología y sociedad.

- NC. 7.1. Muestra dominio de la metodología científica para la solución de problemas.
- NC. 7.1.2 Realiza observaciones cuantitativas y cualitativas.
- NC. 8.1.3 Llega a conclusiones a partir de datos empíricos.
- NC. 9.1.2 Utiliza medidas cuantitativas como un criterio para agrupar o clasificar objetos.
- NC. 9.1.3 Formula y explica inferencias utilizando la información de tablas o gráficas.
- NC. 9.1.4 Utiliza el proceso de inquirir y el pensamiento matemático en la solución de problemas.
- NC.7.2 Utiliza las matemáticas para la solución de problemas y como herramienta en el análisis científico.
- NC.7.2.4 Recopila y organiza información en tablas de datos
- NC.7.2.5 Construye gráficas de barra y de otros tipos.

La estructura y los niveles de organización de la materia.

- EM.7.4. Analiza las interacciones que ocurren entre los organismos vivos y el ambiente físico que los rodea.
- EM.7.4.1 Reconoce los factores bióticos (plantas, otros organismos) presentes en un ecosistema.
- EM.7.4.2 Reconoce los factores abióticos (agua, luz, aire, entre otros) presentes en un ecosistema.
- EM.7.4.3 Explica las relaciones entre los organismos vivos, en la búsqueda de alimentos, albergue y supervivencia.

Los sistemas y los modelos

- SM.7.4 Aplica e interpreta modelos para hacer predicciones de poblaciones.
- SM.7.4.1 Reconoce que existen modelos matemáticos que le permiten hacer predicciones sobre las poblaciones.

Materiales:

- . Computadora (al menos una para cada 5 participantes).
- . Programa Excel.
- . Power Point con imágenes de diferentes tipos de distribuciones espaciales de organismos.
- . Lecturas seleccionadas de “La Investigación Científica en la Escuela Superior: un reto y una posibilidad” (páginas 119-123 y 57-60).
- Hojas de trabajo.

Trasfondo

La forma en que se distribuyen los organismos en un área determinada de un ecosistema se conoce como “patrón de distribución de la población”. Este patrón puede ser de tres tipos generales: contagioso o agregado, aleatorio y regular o uniforme. Estos tres patrones pueden ser descritos con la ayuda de la estadística descriptiva. Los ecólogos utilizan la razón entre la varianza de la muestra y la media de la muestra para describir estos tres patrones. Esta razón se conoce como el Índice de Agregación. Si la distribución de los organismos es agregada, el Índice de Agregación es superior a 1 ($S^2 / \bar{X} > 1$). Este tipo de distribución es característico de los huevos y larvas de insectos y de los caracoles en el área de rompientes en la costa. Si la distribución de los organismos es al azar o aleatoria, la razón entre la varianza y la media de la muestra es igual o cercana a 1 ($S^2 / \bar{X} = 1$). El valor de esta razón corresponde a la conocida distribución de Poisson. Por lo general, los árboles en un bosque y muchos mamíferos depredadores que viven en solitario durante ciertas épocas del año, siguen este patrón de dispersión. Si la distribución de los organismos es regular o uniforme, la razón entre la varianza y la media de la muestra es

menor que 1 ($S^2 / \bar{X} < 1$). Por lo general, los organismos de la misma especie que compiten entre sí por recursos tales como la superficie o sustrato para la cría de la progenie, o los organismos que marcan territorio, poseen este tipo de distribución. Por ejemplo, los pingüinos y las focas durante la etapa de cría poseen este tipo de distribución.

Por estas razones, existe una estrecha relación entre la distribución espacial de los organismos y su ciclo de vida, modo de vida, relación con organismos de la misma especie y con otras especies, hábitat, nicho ecológico, competencia, etc. Conocer la distribución espacial de los organismos nos permite seleccionar el método de muestreo idóneo para estimar su densidad poblacional, uno de los parámetros más importantes para estudiar la dinámica de las poblaciones.

Actividad 1. Construcción de un mapa de conceptos

Para desarrollar esta actividad los participantes deben haber consultado y analizado previamente la lectura titulada “La Formulación de las Generalizaciones”. Por tanto, esta actividad se llevará a cabo a partir del primer día del verano. En una actividad previa los maestros recibirán una lectura sobre los conceptos que se utilizarán para construir el mapa de conceptos. Podrán leer la lectura el día anterior en sus casas.

Es importante que durante la discusión del mapa de conceptos se establezca la diferencia conceptual entre población y muestra; parámetro y estadístico; y de ser posible, explorar que diferencia existe entre estadística descriptiva e inferencial. Antes de iniciar la actividad los participantes deben tener clara la diferencia entre mapa de conceptos y organizador gráfico.

- A. Indicar a los participantes que se reúnan en equipos de 4-6 estudiantes y que elaboren un mapa de conceptos utilizando los siguientes conceptos:
 - Población
 - Muestra
 - Estadística descriptiva
 - Muestreo
 - Parámetros de la población
 - Estadísticos de la muestra
 - Datos
 - Variable
- B. Indicar a los participantes que una vez que hayan elaborado el mapa de conceptos, uno de los miembros del equipo presentará y discutirá el mismo en la plenaria de grupos.

Actividad 2. Las herramientas de trabajo que utilizan los ecólogos para estudiar las comunidades.

Enrejado de conteo

Indicar a los participantes que lean y analicen el siguiente párrafo:

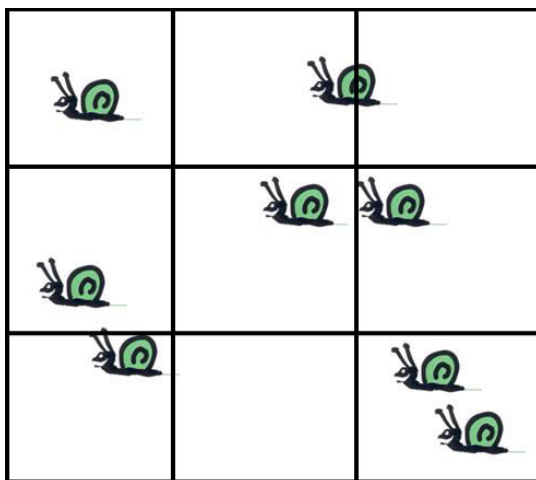
Como habrás podido establecer a través del análisis crítico de la lectura, la selección del método de muestreo y de los mecanismos para tomar los datos es muy importante cuando se lleva a cabo una investigación. Aunque existen muchos métodos de muestreo, cuando los ecólogos poseen poca o ninguna información sobre la distribución espacial de los organismos, uno de los métodos más populares consiste en utilizar el llamado **enrejado de conteo** (grid, en inglés). Tiene la desventaja de que es “casi un muestreo exhaustivo”, pues se cuentan todos los organismos en un área establecida, pero permite describir de manera confiable la distribución espacial de la población.

Un enrejado de conteo consiste en establecer un número de cuadrantes contiguos, donde el tamaño del cuadrante dependerá del área que deseamos muestrear y del tamaño de los organismos.

Indicaciones para el capacitador:

Proyectar la siguiente figura con la ayuda de un proyector de transparencias o un infocus. Es importante que los estudiantes reconozcan las características de un enrejado de conteo, que consiste en cuadrantes contiguos que cubren un área dada. Por ejemplo, para un ecosistema como el litoral costero, un enrejado de conteo puede cubrir sus tres zonas (supralitoral, intermareal o mesolitoral y sublitoral), permitiendo establecer la distribución y composición de especies en cada zona.

Ejemplo de un enrejado de conteo:



Observa que en este caso los cuadrantes son cuadrados y que el enrejado es también un cuadrado del tipo $3 \times 3 = 3^2$, pero pueden diseñarse enrejados con más cuadrantes, e incluso rectangulares.

Preguntas para desarrollar con los participantes:

Considera este método de muestreo que acabamos de mostrarte y analiza cuáles pueden ser sus ventajas y sus desventajas. ¿Podrías combinar este método de muestreo con alguno de los métodos discutidos en la lectura? ¿Cómo lo harías?

Respuestas posibles:

Ventajas: muestreo exhaustivo, se cuentan todos los organismos, mejor estimador de la densidad poblacional y del patrón de distribución espacial.

Desventajas: laborioso, costoso.

Observe que el muestreo utilizando un enrejado de conteo puede adaptarse y combinarse con los muestreos propuestos en la lectura. Por ejemplo, puede diseñarse un enrejado de conteo y en lugar de realizar un muestreo exhaustivo, puede realizarse un muestreo aleatorio dentro de cada cuadrante. El muestreo estratificado también puede combinarse con el enrejado de conteo. Muchos ecólogos combinan diferentes tamaños de los cuadrantes para comparar los valores de los estadísticos estimados.

B. La distribución espacial

Indicar a los participantes que observen las figuras que se proyectarán con la ayuda de un Infocus o un proyector de transparencias (Anejo 1, figuras 1, 2 y 3).

Observa detenidamente las imágenes que te presenta el capacitador. Dos corresponden a la distribución de los individuos de dos especies de caracoles del género *Nerita* en un ecosistema de litoral costero y la otra a la distribución de los nidos (colonias) de la hormiga brasilera ("fire ants"), *Solenopsis invicta*, en un ecosistema de sabana tropical. ¿Poseen la misma distribución espacial? ¿Cómo podrías describir y comparar estas distribuciones?

Observaciones para el maestro:

Es muy importante que durante la discusión de las preguntas los participantes puedan constatar que en el caso de los caracoles el tipo de distribución es agregado (contagio, aglomerado), mientras que los nidos de hormigas tienen una tendencia a estar relativamente equidistantes entre sí. Estos dos tipos de distribución pueden describirse verbalmente por los participantes durante sus intervenciones. Esta discusión permitirá al capacitador sentar las bases conceptuales para posteriormente describir estos dos tipos de distribución con la ayuda de la razón entre la varianza y la media de la muestra (Índice de Agregación).

Actividad 3. El análisis estadístico de los datos

Presente a los participantes los datos de los enrejados de conteo con los que van a trabajar. Explique ambas situaciones.

A continuación te presentamos los resultados de un conteo de caracoles de *Nerita sp* y de colonias de *Solenopsis invicta*, utilizando un enrejado de conteo. El orden y posición de los conteos individuales corresponde a los cuadrantes del enrejado.

Figura 1. Conteos de caracoles *Nerita sp.* y de nidos (colonias) de *Solenopsis invicta* en enrejados de conteo de 6 x 6.

1	0	1	0	3	2
0	1	4	4	2	0
0	3	4	6	4	2
1	3	8	13	12	9
0	0	1	10	2	0
0	0	0	2	0	0

Nerita sp.

Área de cada cuadrante de 2 m²

1	3	3	3	3	3
3	0	3	4	3	2
3	3	3	3	2	3
2	3	3	3	3	3
3	4	3	3	3	3
3	3	2	3	3	0

Colonias de *Solenopsis invicta*

Área de cada cuadrante de 64 m²

Desarrolle con los participantes las siguientes preguntas:

- ¿Por qué hacemos un análisis estadístico de los datos?
- ¿Qué relación tiene cada uno de estos conteos con la población de caracoles y de hormigas?
Permiten estimar la densidad de la población en esa área.
- ¿Qué propiedades deben satisfacer estos conteos?
La muestra debe ser confiable. Los estadísticos de cada muestra deben ser buenos estimadores de los parámetros de la población para que sean confiables.
- ¿Qué relación guardan estos conteos con la posible generalización de los resultados de esta investigación?
Si los estadísticos estimados (por ejemplo la media que representa la densidad poblacional) son confiables, podemos generalizar los resultados.

Sugerencias al capacitador:

Hasta ahora, solo se han descrito verbalmente las dos situaciones. A partir de este momento, los participantes van a establecer la relación entre la descripción verbal y **la descripción de ambas situaciones utilizando los estadísticos de tendencia central, de dispersión y los gráficos que se construyan utilizando las frecuencias para las clases.** Es importante que puedan establecer esta correspondencia y apreciar la utilidad del uso de la estadística descriptiva para caracterizar patrones de distribución en ecología de poblaciones.

Indicar a los participantes que sigan las instrucciones que aparecen a continuación:

En el punto anterior hiciste una descripción verbal de las posibles diferencias que observaste entre las imágenes. Ahora vamos a intentar establecer estas diferencias con la ayuda de los estadísticos de tendencia central, de dispersión y con la representación gráfica de los resultados de los dos muestreos. Para esto, calcularemos, con la ayuda del Programa Excel, la media o promedio aritmético, la desviación estándar y la varianza de cada una de las dos muestras. Posteriormente, construiremos una tabla de frecuencias y un histograma de distribución de frecuencias con los datos de cada uno de los dos enrejados de conteo.

Sugerencias al capacitador:

Las siguientes preguntas pueden ser útiles para que los estudiantes discutan las características de este tipo de investigación:

Preguntas para discutir con los participantes

- ¿Qué representan la media o promedio aritmético, la desviación estándar y la varianza de una muestra? ¿Qué utilidad tendrá para nuestra investigación estimar la media, la desviación estándar y la varianza de cada muestra? ¿Qué información adicional esperamos obtener cuando construyamos el histograma de frecuencias?

La media o promedio aritmético, la desviación estándar y la varianza de una muestra se conocen como parte de los estadísticos de tendencia central y de dispersión que permiten describir a una muestra. Estimar los estadísticos descriptivos permitirá “describir” cada una de las dos situaciones y así podemos comparar “descriptivamente” semejanzas y diferencias. El histograma permitirá “visualizar” la dispersión de las frecuencias de los datos alrededor de la media. Es importante que hagan la predicción de que para los caracoles, esta dispersión será mayor y habrá más clases alrededor de la clase que contiene a la media, que para los nidos de hormigas.

- ¿Qué tipo de investigación consideras que estamos realizando? ¿Por qué?

Es una investigación descriptiva que utiliza un diseño no experimental. Puede también discutirse que es de carácter básico (aunque en el futuro sus resultados puedan ser aplicados). Es importante que se discuta que en esta investigación **NO estamos hablando de la relación causa-efecto**, aunque después se pueda proponer una investigación de este tipo que trate de explicar los factores que determinan el tipo de distribución espacial. **O sea, estamos describiendo la distribución de los organismos, pero no estamos explicando por qué se distribuyen de esta forma.**

- Redacta una pregunta que delimite y formule claramente lo que quieres estudiar y obtener con la ayuda de este estudio.

Preguntas posibles son:

¿Cuál es el patrón de distribución espacial de cada uno de estos organismos?
¿Se puede describir el patrón de distribución espacial de estos organismos con la ayuda de los estadísticos descriptivos? ¿Cómo puedo describir el patrón espacial de distribución de estos organismos?

Instrucciones para el análisis estadístico de los datos utilizando Excel.

Seguir las indicaciones de la Guía de Excel que te entregará tu capacitador para calcular la media, la desviación estándar y construir los histogramas utilizando los datos de las dos muestras.

Interpretación de los resultados

Indicaciones para el capacitador:

Una vez que se hayan realizado los cálculos y elaborados los gráficos procede interpretar los resultados. Es muy importante que el capacitador considere los siguientes aspectos durante la discusión de los resultados y que permitirán responder las preguntas que aparecen a continuación:

- Las medias de las dos muestras son iguales y representan el número de individuos por área, o sea la densidad poblacional. Sin embargo no tienen la misma interpretación poblacional porque las áreas de ambos enrejados son diferentes.
- Existe una correspondencia entre cada gráfico y la desviación estándar. A mayor dispersión de los datos, mayor dispersión en el gráfico y mayor desviación estándar. Es importante destacar que la desviación estándar describe la dispersión alrededor del valor medio y por tanto su valor (con

relación a la media) determina el tipo de distribución espacial de los organismos.

- Debe considerarse que la varianza de la muestra puede ser estimada elevando al cuadrado la desviación estándar. **Destacar que la desviación estándar y la varianza siempre son positivas.**

Indique a los participantes que analicen los resultados de la estimación de los estadísticos descriptivos y que respondan las siguientes preguntas:

- ¿Cuál sería la interpretación de los valores obtenidos para la media aritmética en ambos casos? ¿Tienen el mismo significado?
En ambos casos la media es la misma, pero el área es mayor en el caso de los nidos de hormigas. La media es un indicador del nivel de la población en el área seleccionada. Comparar ambas áreas y evaluar de nuevo.
- ¿Cómo interpretas los valores obtenidos para la desviación estándar y la varianza de ambas muestras?
Describen la dispersión de los datos de la variable “número de organismos” alrededor de su media.
- ¿Qué relación pudieras establecer entre los estadísticos estimados y los histogramas donde se representa la frecuencia de las clases para ambos muestreos?
Poseen la misma media, pero en uno de los casos (*Nerita sp.*) el rango de la distribución es mayor pues hay más dispersión de los datos.
- ¿Cómo pudieras relacionar los valores estimados para los estadísticos y la dispersión espacial de cada una de estas especies?
Como tienen igual media, la desviación estándar mayor de los caracoles implica que hay más dispersión.

Cálculo del Índice de Agregación

Sugerencias al capacitador:

Una vez que hayamos estimado la media, la desviación estándar y la varianza, ya estamos en condiciones de introducir el concepto de “Índice de Agregación”. Este concepto nos permitirá generalizar los resultados.

Indique a los participantes que analicen críticamente la siguiente aseveración:

Los ecólogos utilizan la razón entre la varianza de la muestra y la media aritmética para describir el patrón de dispersión de una población. Esta razón se conoce en ecología como “Índice de Agregación”. Existen tres patrones de dispersión generalizados: de contagio o agregado ($S^2 / \bar{X} > 1$), aleatorio ($S^2 / \bar{X} = 1$) y uniforme o regular ($S^2 / \bar{X} < 1$).

Utiliza esta aseveración para analizar e interpretar los resultados que hemos obtenido. Calcula los valores del Índice de Agregación para los caracoles y los nidos. A continuación, responde las siguientes preguntas:

- ¿Qué patrón de dispersión corresponde a cada una de las dos situaciones que hemos estudiado?
El de los caracoles es agregado, el de los nidos de hormigas es regular.
- Calcula el valor del Índice de Agregación para las dos muestras. ¿Qué relación puedes establecer entre los histogramas que hemos construido y los valores del Índice de Agregación?
Para un valor del Índice > 1 , el histograma muestra mayor dispersión de los datos alrededor de la media.
- Analiza las dos imágenes que te presentamos a continuación. ¿Cómo describirías estas dos situaciones? **(Anejo 2).**
Los pingüinos poseen distribución regular o uniforme (los machos están en etapa de cría), mientras que el daño producido por una enfermedad de origen micótico (hongos) en una hoja se distribuye de forma agregada. Aquí se puede hablar de diferentes niveles con relación al área y su importancia en la distribución espacial.
- Redacta una generalización que considere la utilidad del Índice de Agregación en la descripción del patrón de distribución espacial de los organismos.
La generalización pudiera ser:
“No importa el tipo de organismo, si la relación entre la varianza de la muestra y la media es mayor, igual o menor que 1, la distribución espacial de ese organismo será agregada, aleatoria o uniforme, respectivamente”.

Interpretación y aplicación

Sugerencias al capacitador:

En acápites anteriores se discutieron las características de una investigación descriptiva. En la lectura que tendrán disponible los participantes desde la actividad anterior (Los tipos de investigación científica, páginas 57-60), se refleja la siguiente aseveración”. El capacitador debe hacer referencia a la lectura para presentar la siguiente aseveración:

Cuando se hace una investigación descriptiva, se describe lo que ocurre, cómo ocurre y cuándo ocurre. La descripción puede partir de la observación directa del fenómeno en la naturaleza o bien, de un experimento de laboratorio.

Analiza críticamente la investigación que hemos realizado y responde:

- ¿Por qué consideramos esta investigación como descriptiva?

Porque solamente describe la distribución a través del Índice, NO intenta explicar los factores que determinan esta distribución. Describe cómo, dónde y cuándo.

- ¿Cuáles y qué tipo de variable(s) están involucradas en esta investigación?

Una variable, el conteo de organismos (o nidos) por unidad de área.

- ¿Podemos hablar en esta investigación de una relación causa-efecto? Explica.

No podemos, pues NO hemos diseñado un experimento para establecer los factores que influyen en la distribución espacial (Diseño Experimental), ni hemos tratado de establecer la relación entre factores físicos y bióticos del ambiente con la distribución.

Actividad 4 (Cierre). La investigación continúa

El capacitador debe permitir que los participantes contesten las preguntas y que posteriormente se discutan en colectivo. Para responder la pregunta B, el capacitador presentará las imágenes del Power Point donde se presentan diferentes distribuciones según las especies.

Ya conocemos la utilidad del Índice de Agregación para describir el patrón de distribución espacial que posee una población.

A. Contesta:

- ¿Explica el Índice de Agregación las causas de la distribución espacial, por qué?

No las explica, la describe (Ver respuestas a las preguntas anteriores).

- ¿Qué factores pudieran estar relacionados con la distribución espacial de los organismos de una población?

Pueden citar muchos, tanto bióticos como abióticos, denso-dependientes como denso-independientes.

Ejemplos: área disponible para el desarrollo de la cría, competencia inter e intra específica, disponibilidad de alimento, pH, temperatura, luz, etc.

B. Observa las siguientes situaciones que se presentan.

- ¿Cuál sería el valor esperado del Índice de Agregación para cada uno de estos ejemplos? Justifica la respuesta.
- ¿Cómo podrías relacionar la conducta de estos organismos con el valor predicho del Índice de Agregación?