

CONCEPTOS DE ECOLOGÍA

POBLACIÓN

Para alumnos de:

Carrera de Ingeniería de Paisajes, Asignatura Ecología del Paisaje

Carrera de Ingeniería Agronómica, Asignatura Ecología Agraria

Ing. Agr. Eduardo Atilio de la Orden*

*Dr. En Docencia Universitaria en Disciplinas Tecnológicas
Mgt. En Ciencias Regionales y Planificación Regional
Prof. Titular Área Ecología. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca

San Fernando del Valle de Catamarca, marzo de 2020

Contenido

- Introducción
- Definiciones
- Parámetros o caracteres dinámicos de una población
- Regulación de poblaciones
- Regulación de poblaciones locales
- Parámetros o caracteres estructurales de una población
- Las Poblaciones en el ecosistema
- Bibliografía

INTRODUCCIÓN

Para abordar el estudio de las poblaciones no se debe perder de vista que éstas en sí misma conforman un sistema y que a su vez son partes constitutivas de un meta sistema con el cual interactúan, las comunidades y el ecosistema. Como ya se mencionó en temas anteriores, todo sistema se caracteriza por su composición, entorno, estructura (disposición en el espacio de los distintos elementos que lo conforman) y mecanismo o funcionamiento, que permiten que el sistema funcione como tal.

Los agro ecosistemas son el campo de trabajo de los ingenieros agrónomos y el paisaje el de los ingenieros en paisaje; en consecuencia, es necesario tener en cuenta como los distintos componentes de este complejo sistemas interactúan. Las poblaciones en sí mismas son partes constitutivas del agro ecosistema. Es cierto que los profesionales de la agronomía trabajan con poblaciones absolutamente controladas, densidad de siembra en cultivos anuales, cuadro de plantación en cultivos de especies arbóreas y arbustivas, proporción conocida de sexos en los rebaños, etc. Sin embargo, se hace necesario conocer los principios que regulan el comportamiento poblacional cuando se trata de controlar las plagas de los cultivos o en el manejo de la fauna nativa en general.

Una característica de todo sistema es que posee propiedades de las que sus componentes carecen. Cada nivel de organización posee propiedades particulares y exclusivas. Es decir, que estas propiedades no son compartidas con los otros niveles de organización. En consecuencia, cada nivel de organización puede ser estudiado de manera independiente, como ejemplo se puede decir que no es necesario conocer las propiedades de los individuos para estudiar a la población, ni conocer las de ésta para estudiar a una comunidad.

Es necesario, entonces, conocer cómo se define a una población y cuáles son las propiedades que la caracterizan y permiten estudiarla.

DEFINICIONES

Una población biológica se define como un *conjunto de organismos (individuos) de la misma especie*; esto significa que comparten propiedades biológicas que ocasionan una alta cohesión reproductiva y ecológica del grupo.

Cohesión reproductiva es la posibilidad de intercambio de material genético entre los individuos dejando descendencia viable.

Cohesión ecológica es la resultante de requerimientos similares que efectiviza la posibilidad de interacciones entre los individuos de una población, y garantiza la reproducción y la supervivencia de la población.

Cuando los individuos de una población comparten la misma influencia de los factores físicos y biológicos ambientales y se encuentran en un espacio y en un tiempo determinado esta condición define a una **población local**.

Población local es el conjunto de individuos de la misma especie que viven en un espacio y en un tiempo determinado.

Esto implica que los miembros de una población pueden moverse libremente a través del mismo espacio geográfico, pero están aislados de otras poblaciones de la misma especie por barreras geográficas tales como las penínsulas, cordones montañosos o separaciones súbitas ambientales. En consecuencia, los individuos poseen una alta probabilidad de aparearse entre sí en comparación con miembros de otra población con la que comparten identidad genética pero de la que se encuentra físicamente separada. **Estas poblaciones se denominan *demos* y el estudio de su estadística vital es la *demografía*.**

La disyunción de áreas y el aislamiento de las poblaciones locales pueden dar lugar al surgimiento de **razas** o **ecotipos**.

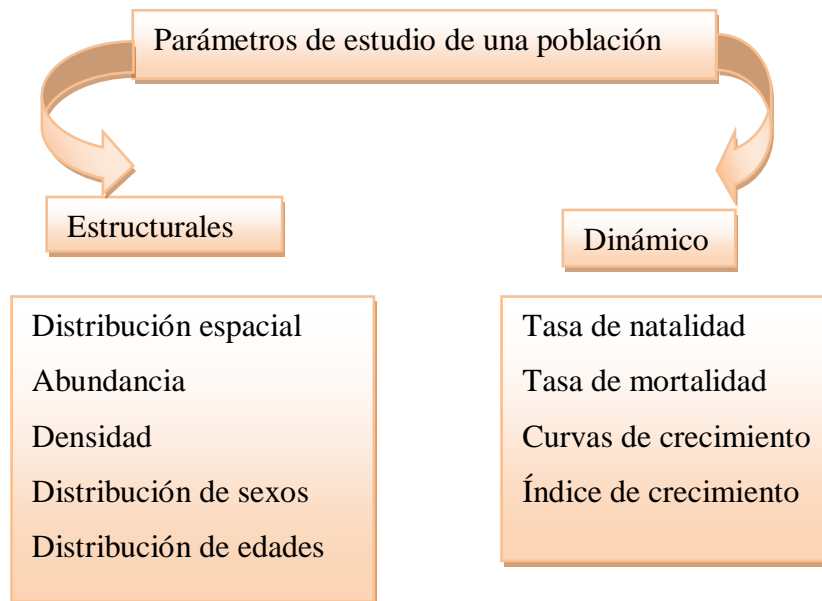
Según este concepto, las poblaciones se definen en el espacio y en el tiempo, y así estos dos elementos definen las dimensiones sobre las cuales pueden estudiarse a las mismas.

Las características de una población son el efecto resultante de la interacción entre los individuos que la componen, en acuerdo con los elementos intrínsecos de la biología de los organismos, y de las interacciones con los elementos abióticos del medio en el cual habitan. Los factores intrínsecos suelen denominarse “propiedades biológicas de una población”. En muchos casos estas propiedades pueden ser vistas como el resultado de la expresión de los genes compartidos por sus integrantes: los individuos tienen preferencias por un tipo particular de hábitat o de pareja, los individuos pueden tender a agruparse como consecuencia de su modo de reproducción o de su manera de enfrentar los peligros del medio, cada individuo tiene una capacidad particular para aprovechar los recursos necesarios para su supervivencia, los individuos pueden competir o cooperar entre sí de diversas formas, etc.

Las propiedades biológicas en concordancia con las particularidades del medio donde la población reside (factores extrínsecos) son en gran medida las responsables de las características de una población, es decir, representan las causas últimas de la variación sobre las dimensiones espacial y temporal.

Para realizar el estudio de una población es necesario, entonces, considerar las dos dimensiones fundamentales que la definen, el espacio y el tiempo. La dimensión espacial da lugar a los *parámetros estructurales* y la temporal a los *parámetros dinámicos*. Por lo tanto los parámetros estructurales darán respuestas a preguntas tales como ¿Dónde? ¿Cuánto? ¿Cómo?; mientras que los dinámicos darán respuestas a indagaciones en torno a los cambios temporales que ocurren en la población, más relacionados con la velocidad de los cambios en la población que con la estructura de las misma.

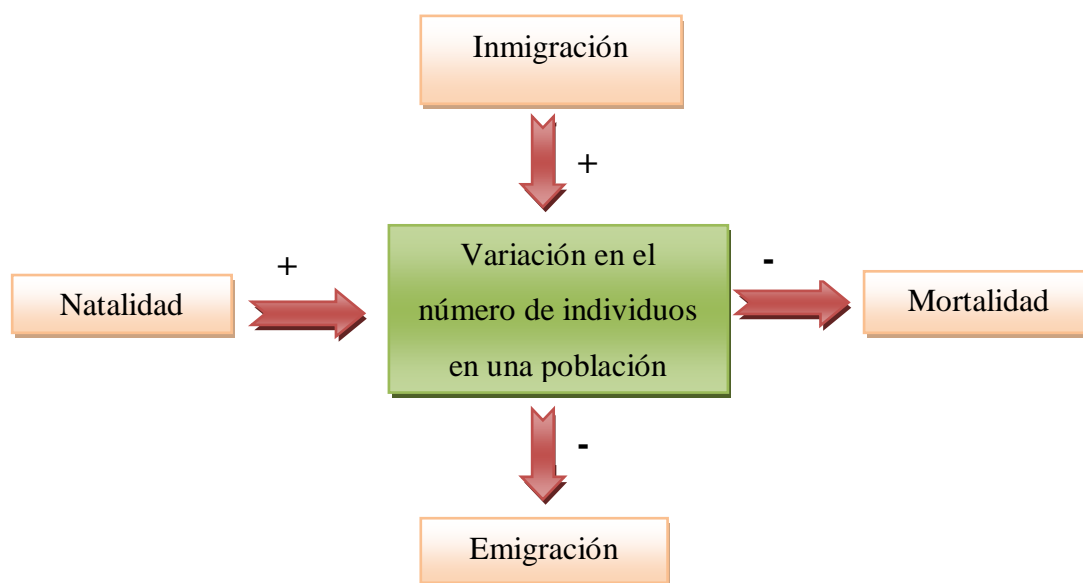
En la siguiente figura se pueden ver los parámetros con los que se pueden definir o estudiar a una población.



Parámetros o caracteres dinámicos de una población

Se mencionó anteriormente que los parámetros o caracteres dinámicos de una población nos permiten conocer los cambios temporales de la misma. Cualquier población cambia en su número de individuos en el tiempo. Una población crece por efecto del ritmo normal de reproducción (natalidad) o por la inmigración de individuos provenientes de otras poblaciones de la misma especie. De igual manera decrece por defunciones (mortalidad) o por emigración.

Se puede expresar gráficamente de la siguiente manera:



Estas son características del grupo que no son aplicables a los individuos, son las características o propiedades emergentes en el nivel de población, son de carácter fundamental en la misma, ya que básicamente se necesita conocer como varía en número una población determinada en un tiempo determinado con el propósito de realizar el manejo adecuado de la misma.

Interesa, en consecuencia, conocer el ritmo o la velocidad de los nacimientos en la población de estudio. Esto se conoce como *tasa de natalidad*. Se la define como la *cantidad de individuos nacidos en un tiempo determinado*.

$$\Delta N_n / \Delta t$$

Una de las causas de aumento en el número de individuos en una población es, entonces, la natalidad. El concepto de natalidad es más general que el de índice de natalidad y abarca el surgimiento de nuevos individuos por nacimiento, crianza, germinación o fisión.

Se puede diferenciar dos aspectos de la reproducción, por un lado el de *fertilidad* y por otro lado el de *fecundidad*.

Se entiende por *fertilidad* como el nivel potencial de nacimientos en una población, el número de nacimientos posibles por cada hembra.

***Fecundidad* es la capacidad real (o física) de reproducción de la población.**

Se puede decir, que la fecundidad está directamente vinculada al índice de natalidad, no así la fertilidad. Una forma de aclarar estos dos conceptos es considerando a la población humana. El índice real natalidad (fecundidad) para la población humana es de un nacimiento cada ocho años para cada mujer en edad de gestar, mientras que el índice de fertilidad es de un nacimiento cada nueve u once meses por mujer en edad de gestar.

La medición del índice de natalidad depende en gran medida del tipo de organismo que se estudia. Algunas especies se reproducen una vez al año y otras lo hacen varias veces. Las aves pueden depositar entre uno a veinte huevos y los mamíferos pocas veces tienen camadas superiores a diez individuos, y en la mayoría de los casos sólo tienen uno o dos.

En contraposición con la natalidad se encuentra la mortalidad. En relación con la mortalidad está la longevidad de los individuos. Biológicamente se pueden reconocer dos tipos de longevidades, la *fisiológica* y la *ecológica*.

La longevidad fisiológica es la longevidad de los individuos de una población si las condiciones son óptimas, está determinada por la genética.

Longevidad ecológica es la longevidad que alcanza cada individuo de una población en condiciones ambientales reales.

Si se considera la definición de *longevidad fisiológica* está claro que los individuos en una población mueren cuando alcanzan su senescencia; mientras, que en la *longevidad ecológica* pocos individuos alcanzan la senescencia o *longevidad fisiológica*, mueren por enfermedades, depredación, etc.

En base a esto se puede calcular, entonces, *la tasa de mortalidad* de la población; se la define como el ritmo de defunciones o el número de individuos que mueren por unidad de tiempo. Se puede expresar en porcentaje o por mil de individuos de la población inicial que muere en un período determinado.

En condiciones naturales es difícil conocer el momento en que muere cada individuo, por lo que se requiere hacer censos periódicos.

En consecuencia, cuando se aborda el estudio de poblaciones, con el propósito de explotarla, recuperarla o combatirla, suele tener más interés calcular el *índice de supervivencia o la supervivencia* que la mortalidad en sí misma.

El índice de supervivencia representa el porcentaje de individuos nacidos vivos que sobreviven en distintas edades o la extinción gradual a medida que el tiempo pasa.

Para el cálculo de éste índice se parte de una cantidad conocida de individuos que por lo general es de 1000 nacidos vivos o como número de sobrevivientes por cada mil miembros de una población.

Se puede construir tres tipos generales de curvas de supervivencia que corresponden a dinámicas diferenciales de del tipo de población.

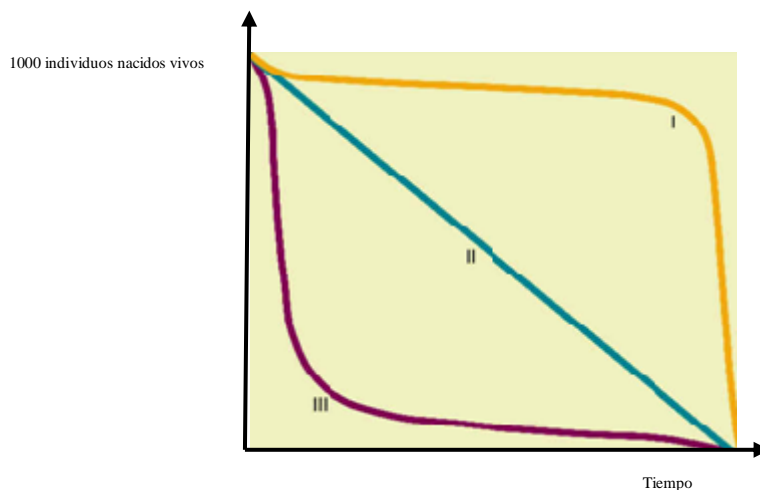


Gráfico N°: 1 Curvas típicas de supervivencia de la población

Las curvas I, II y III, corresponden a tres tipos distintos de poblaciones, en las tres se parte con el mismo número de individuos nacidos vivos y todas tienen un comportamiento distinto.

En la población representada en la curva I, los individuos presentan una alta supervivencia. La mayor parte de los organismos alcanzan su máximo fisiológico. Las muertes comienzan a ocurrir abruptamente cuando estos alcanzan la longevidad fisiológica. Este tipo de curva de supervivencia se observa en poblaciones que se desarrollan en áreas con clima constante y predecible, son especies con ciclos de vida

largo, de lento desarrollo que requieren cuidados parentales y tienen, en general, baja descendencia.

La supervivencia representada por la curva II implica igual cantidad de muertes en iguales períodos de tiempo. Se encuentra muy poco representada en la naturaleza, las poblaciones de algunas aves presentan este tipo de curva.

La curva III representa a una población con una alta mortalidad infantil. La probabilidad de sobrevivir aumenta con la edad. Las poblaciones que presentan este tipo de curva son las que viven en clima con gran variabilidad, incierto, impredecible, los individuos presentan un ciclo de vida corto (especies anuales en general) de rápido crecimiento y desarrollo, dejan una gran cantidad de descendencia y no tienen, en general, cuidados parentales. A este grupo pertenecen la mayoría de los insectos, hongos, bacterias, pequeños mamíferos, etc.

Regulación de poblaciones

Se ha mencionado que las poblaciones varían en forma permanente en tamaño y que uno de los factores que intervienen en su crecimiento es la natalidad. Como cualquier característica sujeta a ritmo o velocidad, la velocidad de nacimientos en una población se la conoce como **Índice de Crecimiento** (IC). Este se obtiene dividiendo el cambio que ocurre en la población (incremento = ΔN) por el período de tiempo transcurrido durante el mismo.

$$IC = \Delta N / \Delta t$$

El número de individuos que una población añade en un tiempo determinado es característico de cada población y está estrechamente relacionado con su **potencial biótico** que se representa con “**r**”.

Potencial Biótico (r) es la capacidad intrínseca de reproducción de cada especie.

Cada población posee un potencial biótico que la caracteriza, está fisiológica y genéticamente determinado. En este caso, también se puede afirmar que existe un *potencial biótico potencial* y un *potencial biótico real*. El primero es el que se obtiene en condiciones controladas de laboratorio, en condiciones ambientales ideales, mientras que el segundo es el que se manifiesta en las condiciones naturales en las que la población se encuentra. En consecuencia, el potencial biótico de una población, que vive en condiciones naturales, no es constante, varía entre negativo y positivo; responde a los cambios en la población respecto a la distribución de edades, estructura social, condiciones climáticas, disponibilidad de alimentos, etc. La diferencia entre ambos potenciales permite estimar la *resistencia ambiental*.

Se demostró que el tamaño de una población está sujeta a un conjunto constante de índices de natalidad y mortalidad que gradualmente se acercan a una distribución de edad estable sin importar cuál haya sido la distribución inicial y la mantiene de manera indefinida. Una vez alcanzada la estabilidad la población aumentará en número de individuos conforme a la siguiente ecuación diferencial:

$$\frac{dN}{dT} = r N$$

Significa:

$$\left[\begin{array}{l} \text{Índice de cambio en} \\ \text{el N}^\circ \text{ de individuos} \\ \text{X Unidad de tiempo} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{l} \text{Potencial Biótico o} \\ \text{Capacidad innata} \\ \text{de incremento} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{l} \text{Tamaño de la} \\ \text{Población} \end{array} \right]$$

El índice de cambio en el número de individuos por unidad de tiempo en una población, es también conocida como la **velocidad instantánea teórica de crecimiento de una población** que se obtiene de aplicar derivada al *índice de crecimiento* ($IC = \Delta N / \Delta t$).

La aplicación de la fórmula del índice de cambio nos permite estimar la velocidad media de cambio en el número de individuos por el tiempo y por individuo. Un sencillo análisis de la fórmula permite inferir que el cambio de tamaño de una población tiene una relación directamente proporcional con el potencial biótico y con el tamaño inicial de la población en estudio.

Si se aplica integral a la formula anterior se puede calcular el tamaño de una población para un tiempo determinado, resultando:

$$dN/dt = r.t \quad \text{aplicando integral} \quad N_t = N_0 \times e^{r.t}$$

N_0 = tamaño inicial de la población en estudio.

e = constante 2.71828.

r = la capacidad innata de crecimiento para las condiciones ambientales específicas.

t = el tiempo para el que se está calculando el crecimiento de la población.

Para poder aplicar esta fórmula es necesario calcular (r):

$$r = \frac{(\ln N_t - \ln N_0)}{t}$$

\ln = logaritmo natural

N_0 = tamaño de la población en el tiempo “o” (inicial)

N_t = tamaño de la población en el tiempo posterior “t” (final).

Una vez conocido el potencial biótico de una especie, es posible calcular la expansión futura (teórica o potencial) de la misma, aplicando la fórmula anterior:

$$N_t = N_0 \times e^{r.t}$$

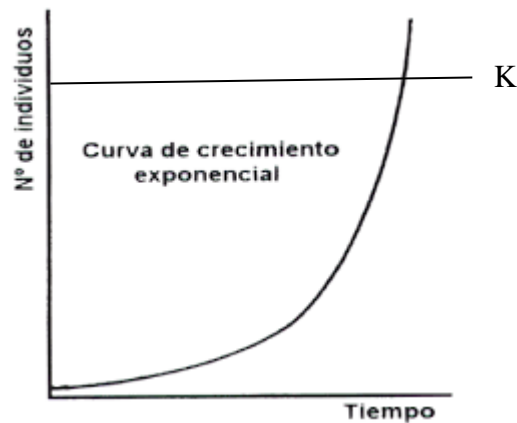
El incremento de individuos a la población en un tiempo determinado posee características diferenciales. Los censos en el número de individuos pueden informar acerca del *patrón de crecimiento* de la población en estudio.

En términos generales, existen dos tipos básicos de *patrón de crecimiento* o de *curvas de crecimiento* que representan gráficamente el crecimiento de una población: la curva en “J”, que corresponde a un crecimiento de **tipo exponencial**, y la curva **sigmoideal** o en “S” o **logístico**, que corresponde al llamado crecimiento logístico.

El crecimiento exponencial, corresponde a una progresión geométrica. La adición de nuevos individuos a la población, en el tiempo considerado no es constante. En estas

poblaciones el incremento poblacional es una proporción constante de la población presente (10 %, 50 %, etc).

A modo de ejemplo, supongamos que la población crece con un ritmo del 2%. Es decir que en cada generación el aumento poblacional es de un 2%. Cuando la población comienza la colonización del medio el crecimiento es muy lento y va cobrando aceleración a medida que la población aumenta en tamaño. Si consideramos que una población crece de acuerdo a la proporción anterior, y que se parte de un número conocido de 100 individuos el incremento en el número en la población va a crecer de manera exponencial en las sucesivas cohortes (no es lo mismo el 2% de 100 que el 2 % de 150). En la gráfica siguiente se puede observar el crecimiento de este tipo de poblaciones.



No se debe perder de vista que todo sistema posee una determinada capacidad de carga, representada en este caso por la letra “**K**”. Se define a la *capacidad de carga* como el *límite máximo al que puede extenderse la población de un ecosistema*, es decir, la mayor cantidad poblacional que puede soportar un ambiente dado. La expresión de la capacidad de carga puede estar dada por la disponibilidad de alimento, espacio vital, lugar de anidamiento etc. Es decir que el ecosistema está en capacidad de soportar a los organismos y al mismo tiempo mantener la productividad, adaptabilidad y capacidad de renovación hasta un límite determinado (**K**).

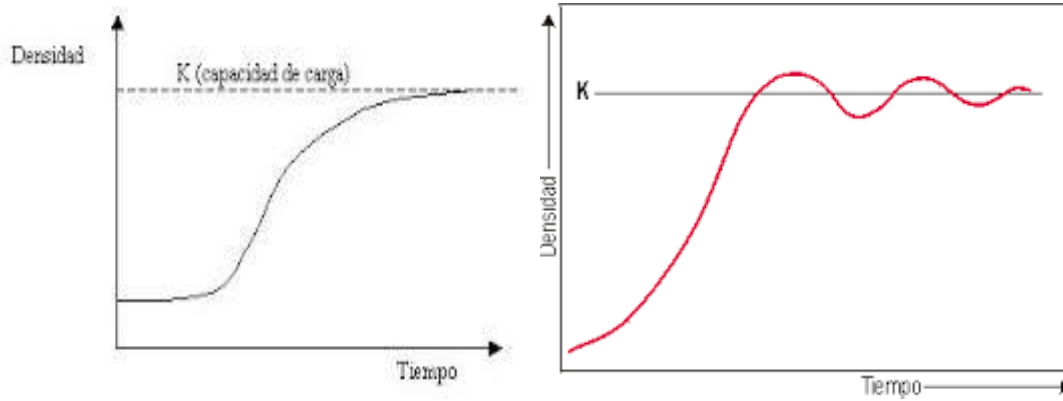
En la gráfica anterior se puede observar como crece la población en función del tiempo. Cuando la población comienza a colonizar un área el crecimiento es lento y a medida que pasa el tiempo comienza a percibirse un aceleramiento en el crecimiento de la

curva. El aceleramiento en el crecimiento poblacional supera a la capacidad de carga en este tipo de poblaciones, se produce un exceso en el número de individuos que conduce a una superpoblación y falta de alguno de los requerimientos de la especie, como alimento, o espacio, o algún cambio ambiental desfavorable, que incide en la supervivencia de la población.

Al superar la capacidad de carga los recursos se tornan insuficientes y hay elevada mortalidad, que devuelve a la población a niveles inferiores al límite de carga del sistema. Pueden quedar algunos individuos en estado latente (semillas, esporas, huevos) que en condiciones favorables, vuelvan a iniciar el desarrollo y nuevamente el crecimiento se torna exponencial y se supera nuevamente la capacidad de carga.

Las poblaciones que tiene este tipo de comportamiento se caracterizan por poseer un alto potencial biótico, son en general de pequeño tamaño individual y ciclos biológicos cortos. Se denominan poblaciones con estrategia “r”. En general los insectos, bacteria, malezas tienen este tipo de comportamiento. En general, no tienen cuidados parentales, son especies generalistas en cuanto a la ocupación del nicho ecológico. Estas poblaciones no tienen la capacidad de regular su densidad poblacional.

El crecimiento logístico, o sigmoidal, en una población comienza de la misma manera que el **crecimiento exponencial**, con una fase de crecimiento lento (por dificultad de encuentro entre sexos, escasez de protección social, etc. en razón de la baja densidad poblacional) seguido de aceleración positiva y luego de una fase de crecimiento rápido o acelerado. Hasta este punto el crecimiento se manifiesta como el de la curva en **J**. Sin embargo, se produce una desaceleración hasta que finalmente el tamaño de la población se estabiliza. En los siguientes gráficos se puede observar el comportamiento de estas poblaciones.



El crecimiento de estas poblaciones responde a una ecuación exponencial *sólo en circunstancias especiales y por determinados períodos de tiempo*.

La etapa de aceleración se produce cuando el número de individuos está lejos de la capacidad de carga, lo que significa que aún hay disponibilidad de recursos, pero la densidad poblacional no es lo suficientemente baja como para dificultar el encuentro entre sexos diferentes.

Así como un individuo no puede aumentar indefinidamente su tamaño o su peso, el tamaño de la población tampoco puede aumentar indefinidamente ya que, como mínimo, necesita disponer de espacio y de energía (alimento), y en cualquier ecosistema estos son finitos.

Cuando una población en crecimiento va acercándose al límite de capacidad de carga del ecosistema, a ese crecimiento va oponiéndose una **resistencia ambiental** que puede definirse como *la suma de factores limitantes del ambiente de ese ecosistema que restringen el crecimiento poblacional*.

La resistencia ambiental: está definida por una serie de factores que impide la expresión del potencial biótico “r” de una población. En consecuencia, frena el crecimiento de la población.

Las poblaciones que presentan crecimiento logístico van ajustando su velocidad de crecimiento según la resistencia que opone el ambiente. A mayor densidad poblacional los recursos comienzan a tornarse progresivamente más escasos y la población responde con una desaceleración de su ritmo de crecimiento, por factores de regulación que se

verán más adelante. Su tamaño final dependerá de la capacidad de carga del sistema, con pequeñas fluctuaciones positivas y negativas en torno a ese límite.

Capacidad de carga del sistema (K): es el tamaño máximo de población que el sistema puede soportar en el tiempo, teniendo en cuenta las necesidades de recursos de la población (agua, hábitat, alimento, etc.)

La etapa de aceleración se produce cuando el número de individuos está lejos de la capacidad de carga, lo que significa que aún hay disponibilidad de recursos, todavía la densidad poblacional no es lo bastante baja como para dificultar el encuentro entre sexos diferentes.

Cuando una población ha alcanzado su nivel máximo, su futuro podrá ser de una de las siguientes formas:

- Mantenerse al mismo nivel durante largo tiempo.
- Fluctuar regular o irregularmente.

Las poblaciones que presentan este tipo de comportamiento son, en general, especies con ciclo de vida largo, de individuos grandes, dejan poca descendencia, tienen cuidados parentales. A este grupo de poblaciones se las conoce como poblaciones con estrategia “k”.

La siguiente fórmula responde al crecimiento de este tipo de poblaciones.

$$dN/dt = r.N (k-N/k)$$

En la tabla siguiente se sintetizan las características generales de las poblaciones con estrategia “k” y “r”.

Variables	Estrategia “K”	Estrategia “r”
Clima	Constante, predecible	Variable, incierto, impredecible
Duración de la vida	Larga, mas de 1 año	Corta, generalmente menos de 1 año
Maduración	Lenta	Rápida
Reproducción	Desarrollo lento	Desarrollo rápido
	Pocos con crías grandes	Muchos con crías pequeñas
Cuidado parental	Importante	Escaso o nulo

Independientemente del tipo de poblaciones que se trate, éstas muestran fluctuaciones en la densidad poblacional que pueden clasificarse según el período en que se manifiestan. Se pueden distinguir entonces:

Fluctuaciones estacionales: son las que se presentan, sobre todo, en aquellas poblaciones de individuos que tienen estaciones de cría limitada y especialmente entre ciclos de vida muy cortos. En las latitudes con estaciones climáticas marcadas, generalmente, durante la primavera, tiene lugar el período reproductor, en el que se manifiesta el potencial biótico de la población y se alcanza la mayor densidad. Luego, durante el resto del año se manifiesta la resistencia ambiental a medida que la población aumenta su densidad. Esta se manifiesta a través individuos jóvenes mal protegidos, mayor oportunidad para los depredadores, falta de alimento, abrigo, enfermedades emergentes, entre otros.

La resistencia del medio hace retroceder a la población hasta un nivel básico, el cual persiste hasta que llegue el nuevo período reproductor. Un ejemplo son las poblaciones de pulgones, que aumentan en enorme proporción durante la primavera, decreciendo luego durante el resto del año, hasta que el nuevo brote primaveral del año siguiente. También se pueden presentar en especies con dispersión migratoria estacional (aves, peces).

Fluctuaciones anuales: se caracterizan porque el ciclo de cada especie se desarrolla de la misma forma cada año, pero con una gran diferencia en cuanto al número de individuos que componen la población de un año a otro. Pueden distinguirse dos tipos:

- A.** debidas a factores extrínsecos a la propia población, originados por modificación de las condiciones climáticas locales, disminución en la oferta de alimento; también puede haber atenuación o incremento de interacciones bióticas (coacciones).
- B.** debidas a factores intrínsecos de la propia población que se suelen repetir de una manera periódica (oscilaciones o ciclos), tales como la acción recíproca de la propia población (el hacinamiento origina cambios morfológicos y fisiológicos en los individuos que provocan las fluctuaciones (cambios de conducta, emigración) o bien la acción recíproca en el nivel trófico (relaciones presa-

predador) pero sólo cuando existe una clara mono especificidad y/o condiciones de insularidad.

Fluctuaciones cíclicas: se producen cada cierto período de tiempo. Este tipo de fluctuación es el menos conocido y el más espectacular, ya que no está relacionado con cambios estacionales o anuales, pero a menudo se producen con tal regularidad que puede predecirse cuando volverán a repetirse. Un ejemplo típico son las poblaciones de trucha de Alaska, las cuales tienen un ciclo de cuatro años, o algunos insectos, que constituyen plagas forestales, cuyos ciclos aparecen periódicamente al cabo de uno o varios lustros.

Regulación de poblaciones locales

La regulación de poblaciones locales resulta de la acción de factores dependientes y factores independientes de la densidad de la población.

Factores independientes: son aquellos que van a ejercer el mismo efecto sobre la población, cualquiera sea el número de individuos presentes. En general, se trata de factores climáticos o sucesos catastróficos: inundaciones, terremotos, actividad volcánica, huracanes, fuego, etc.

Factores dependientes: son aquellos que afectan a la población de manera muy distinta (hasta opuesta) según sea el número de miembros de la misma, según la densidad de la población. Esto significa que todos los parámetros dinámicos que caracterizan a una población (natalidad, mortalidad, supervivencia) van a mostrar diferentes tasas según la población sea pequeña, mediana o grande.

Cuando una población recién se instala en un nuevo hábitat, en el que se supone la existencia de recursos es en exceso y hay ausencia de competidores y depredadores, la velocidad de aumento numérico es siempre lenta, independientemente del tipo de curva de crecimiento de la misma. A medida que el tamaño de la población aumenta y los recursos presentes tienen que ser repartidos entre un número cada vez mayor de individuos, aparecen nuevos problemas, se desencadenan los procesos de regulación poblacional en aquellas poblaciones de estrategia "k". Estos se traducen en un mayor gasto energético en la búsqueda de alimentos, dificultad para hallar lugares de nidificación o refugio, etc. En estas condiciones, el crecimiento individual podrá ser afectado negativamente. Individuos mal alimentados podrán tener problemas de

fertilidad y/o viabilidad de las crías, con aumento de mortalidad en edades pre-reproductivas. Además, el hacinamiento puede generar cambios etológicos (mayor agresividad y/o competencia intra específica, disminución de la actividad sexual, emigraciones en masa). En síntesis, cuando aumenta la densidad poblacional, disminuye la tasa de nacimientos y tiende a incrementar la tasa de mortalidad. Estos mecanismos explican porque las poblaciones con crecimiento logísticos no superan la capacidad de carga, y si lo hacen, no lo hacen a costa del agotamiento de los recursos. La población oscila alrededor de la capacidad de carga del sistema.

Parámetros o caracteres estructurales de una población

Los cambios temporales que se experimentan en una población, incrementos, disminución poblacional, distribución en el espacio pueden ser estimados mediante técnicas cuantitativas. Se pueden conocer parámetros de la población mediante un relevamiento a campo, estos denominan *parámetros o caracteres estructurales* de la población estos son:

Abundancia: se define a la abundancia como el número (absoluto) de individuos de una población. Es simplemente la cantidad o el número de individuos de la misma especie en un lugar y un tiempo determinados.

Este parámetro en sí mismo no da tanta información sobre la población ya que no está referenciada a ningún otro parámetro. Decir por ejemplo que una población es de 1000 individuos sólo dice que tiene 1000, pero ¿en qué superficie? Es mucho más importante conocer la *abundancia relativa*. Esta permite comparar dos o más situaciones. Por ejemplo número de machos en relación con las hembras; número de individuos de una determinada edad en relación al número total de individuos de esa especie, o en algunos casos, comparar las densidades de dos poblaciones distintas en un mismo hábitat.

Densidad: Se define a la densidad como *el número de individuos en relación a la unidad de espacio*, sea este considerado como superficie (m^2) o volumen (m^3).

Aquí puede ser útil distinguir una **densidad bruta**, que considera al espacio total y la **densidad específica o ecológica**, que considera el espacio que efectivamente puede ser colonizado por una población dada.

Cuando por alguna característica del organismo no resulta posible trabajar con números, se puede utilizar la biomasa por unidad de espacio como una medida adecuada de la densidad, ya que la biomasa total resulta de multiplicar el peso individual por el número de individuos.

En la realización de un censo poblacional es importante conocer la edad de los individuos que conforman la población. No siempre es sencillo recabar esta información. Se puede tener este dato fácilmente en las poblaciones humanas, para otros casos se requiere un muy buen conocimiento de la biología de la especie, ya que generalmente hay que recurrir a determinadas características anatómicas para estimar la edad (capas de cemento dental, ramificaciones de los cuernos, etc.). En el caso de los vegetales, en leñosas se puede apelar a los anillos de crecimiento, pero estos no siempre se visualizan con facilidad. En el caso de los árboles se puede recurrir a las clases diamétricas, donde el diámetro del tronco está directamente relacionado con la edad.

Para algunos organismos se puede diferenciar tres etapas cualitativas: pre reproductiva, reproductiva y pos-reproductiva y cuantificar los individuos correspondientes a cada grupo; también pueden utilizarse períodos de vida (huevo, larva, pupa, adulto o cría, juvenil, adulto, senil, etc).

Es importante conocer, entonces, *la proporción de edades de la población*. Esta se refiere a la cantidad (en número o peso) de individuos de cada edad o intervalo de edad. Generalmente se toman los intervalos de edades, por ejemplo, entre 0 – 5 años y así sucesivamente. La proporción de una determinada edad puede expresarse como porcentaje del número total.

El mismo concepto se aplica a la *proporción de sexos*: número o proporción de individuos de uno y otro sexo en la población. Trabajando con poblaciones naturales, la determinación de la proporción de edades y/o de sexos suele ofrecer considerables dificultades.

Respecto a la proporción de sexos, las dificultades pueden ser por:

- hermafroditismo.
- similitud morfológica entre machos y hembras

- disimilitud (a veces machos y hembras pueden ser tan distintos que si no se conoce bien la especie, pueden tomarse como pertenecientes a especies distintas.
- diferencias de comportamiento que hacen que los recuentos en base a capturas no reflejen la realidad.
- inversión espontánea del sexo a determinada edad o bajo influencias de circunstancias ambientales.

La proporción de edades y de sexos en una población, así como sus posibilidades de encuentro, son fundamentales para inferir las expectativas futuras de la misma.

El porcentaje, o la proporción, de las diferentes clases de edad y la proporción de sexos presentes en una población afecta sustancialmente a las posibilidades de su multiplicación, y por tanto a su desarrollo evolutivo. Conocer la composición de edades y la proporción de sexos de una población permite inferir el futuro de la población.

La combinación abundancia, sexo y edad (por intervalos de edad, clases diametrales o etapas del desarrollo) puede ser representada gráficamente y se conoce como **pirámides poblacionales**.

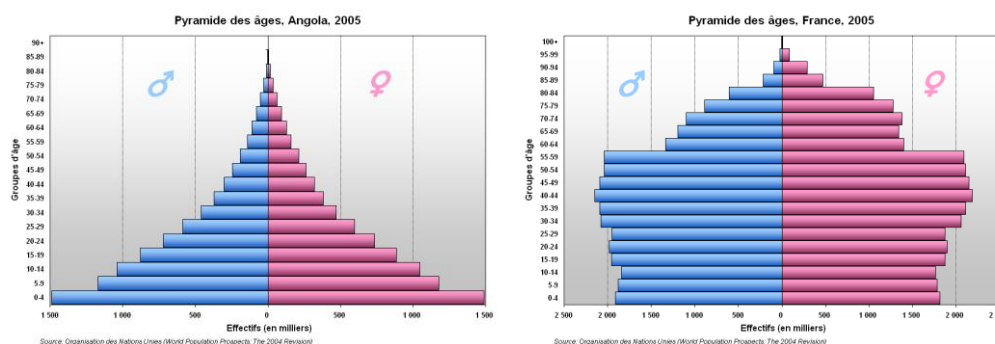
¿Cómo se construye una pirámide poblacional?

La **pirámide de población** o **pirámide demográfica** es un histograma o gráfico de barras dispuestas horizontalmente cuya longitud es proporcional a la cantidad de personas que representa la edad y sexo de la población en cada una de dichas barras y dicha información sirve para conocer el estado actual de esa población.

Gráficamente se trata de un doble histograma de frecuencia. Las barras del doble histograma se disponen en forma horizontal, es decir, sobre la línea de las abscisas, y convencionalmente se indican los grupos de edad de la población masculina a la izquierda y los que representan la población femenina a la derecha. A su vez, en el eje de las ordenadas se disponen e identifican los grupos de edad, por lo general en poblaciones humanas, de cinco en cinco años o llamados quinquenales: (0 a 4, 5 a 9, 10 a 14, etc.), colocando las barras de menor edad en la parte inferior del gráfico y aumentando progresivamente hacia la cúspide las edades de cada intervalo. Podría decirse que los cumpleaños de cada grupo de cinco en cinco años, constituyen el

momento de separación de una barra de la siguiente. Así, la barra de 0 a 4 años incluye a todos los niños entre el momento de su nacimiento (0 años) y el 5º cumpleaños. De esta manera al momento de cumplir 5 años, pasará a formar parte de la barra superior o quinquenio siguiente: (5 a 9 años).

Básicamente, existen tres tipos de pirámides, que corresponden a tres características, **población en expansión, población envejecida y población estacionaria**. En los gráficos siguientes se puede observar las dos primeras.



Gráficos N° 2 y 3: Pirámide en expansión y pirámide envejecida

Los distintos tipos de pirámides de población son como una "fotografía" de la estructura por edad de la población y sexo de una población. El gráfico de la izquierda corresponde a una estructura con preponderancia de población joven que corresponde a una base ancha, con una cima pequeña y que muestra la clásica figura de una pirámide propiamente dicha, en la que se muestran numerosos nacimientos (grupo 0-4) que con el tiempo disminuyen conforme se observa a la población que avanza la edad, disminución que puede deberse no solo a la mortalidad diferencial por sexo y edad sino también por las diferencias existentes en la migración de las personas que la componen.

El gráfico de la derecha ilustra a una población que podríamos llamar "madura", donde se muestra un porcentaje cada vez menor de la base de la pirámide, pero que conforman una pirámide con tendencia a una mayor supervivencia de los grupos de adultos y adultos mayores, caracterizada como una estructura madura. La fotografía de este tipo de pirámide de edades, ilustra una población en transformación donde ya se nota la disminución de la fecundidad y con ésta los nacimientos, así como de la mayor supervivencia de la población a todas las edades. Es, podríamos decir, una población

que tiende al *envejecimiento*. Se la puede caracterizar como una pirámide de *población envejecida* propiamente dicha, cuya base es cada vez más angosta, pues los nacimientos en el tiempo cada vez son menos, engrosándose en cambio los grupos de población adulta, adultos mayores y viejos.

El tercer tipo clásico de pirámide es la *estacionaria*, gráficamente tiene la forma de un triángulo cuyos lados miden más o menos lo mismo. La pirámide de población estacionaria o estancada muestra que no hay aumento en ninguno de sus niveles ni en ninguno de sus rangos de apreciación, es decir, que la natalidad o la mortalidad se asemejan o se mantienen con la longevidad de sus habitantes, mostrando la poca evolución del descenso o bajas en su natalidad, indicando que el progreso en vez de decaer es estable en esa clase de población, esto se lee como una información hacia el futuro del poco avance o crecimiento demográfico, de la estabilidad y solidez de mantener la vida, dando así el típico modelo de un país sin desarrollo alguno. como se ilustra en el gráfico siguiente.

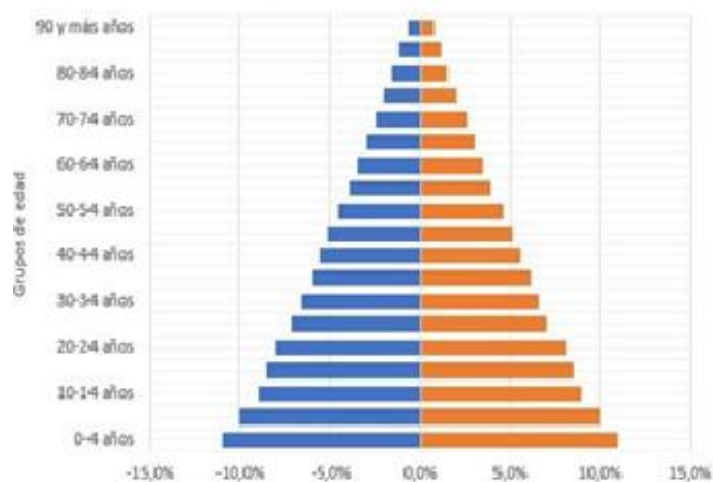


Gráfico N°4: Pirámide estacionaria

Otro tipo de pirámide que se puede considerar es la pirámide desequilibrada. En este tipo de distribución alguna parte de la población fue eliminada por alguna causa. En general se puede dar en las poblaciones humanas donde puede haber una emigración masiva de los individuos jóvenes, generalmente masculinos.

Este tipo de distribución se puede observar en el gráfico siguiente.

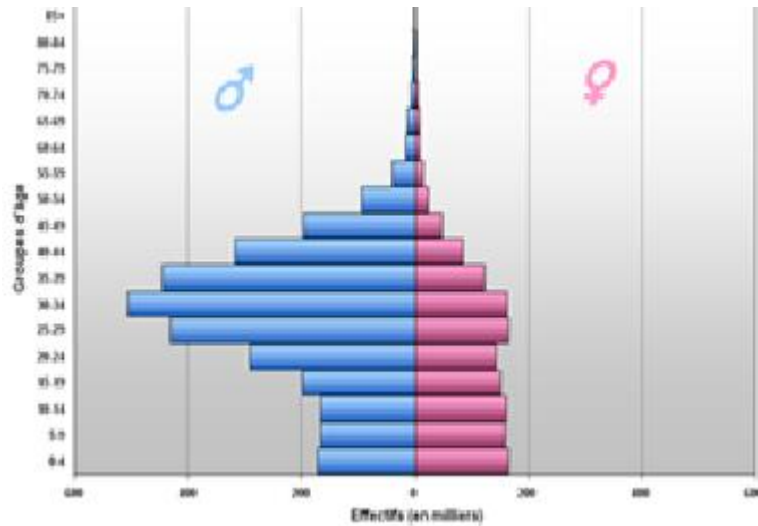


Gráfico N° 4: Pirámide desequilibrada

En el estudio de las poblaciones es importante, también, conocer el modo en el que se distribuyen en el espacio los miembros de las mismas. El saber, por ejemplo, la distribución de las plagas de un cultivo simplifica el monitoreo y el manejo.

Existen tres tipos generales de distribución en el campo: **uniforme, agregado y al azar**. A modo de ejemplo se puede decir que en una planta las plagas muestran sus preferencias por ciertas partes de la planta.

Las distribuciones espaciales son útiles, debido a que sugieren hipótesis acerca de los mecanismos que afectan a las poblaciones naturales. En general, la distribución de los individuos de una especie local responde a un conjunto de diversas influencias ambientales, tales como: condiciones físicas favorables, buena oferta de alimento, competencia, etc.

En el siguiente gráfico se esquematiza el patrón de distribución que pueden presentar las poblaciones en la naturaleza.

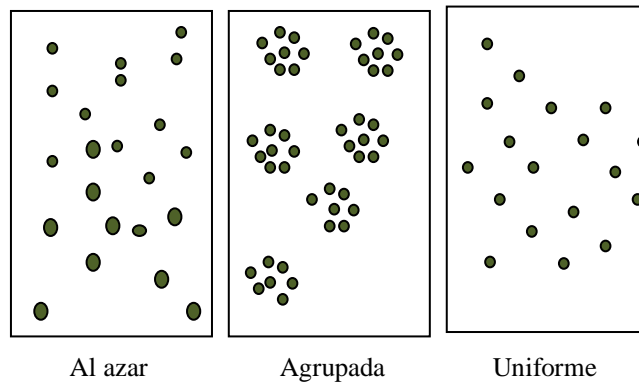


Gráfico N° 5: Formas de distribución de las poblaciones

La distribución al azar o aleatoria

Una población se distribuirá al azar, si cualquier lugar del espacio tiene la misma probabilidad de ser ocupado por un individuo, sin que esta ocupación afecte la ubicación de otros individuos pertenecientes a la misma población. Este tipo de distribución se caracteriza porque la media (\bar{x}) obtenida a través de muestreos, es igual a la varianza (S^2) calculada a partir de las diferentes muestras. Estas poblaciones presentan regularidad o grado de afinidad, sólo se da allí donde el ambiente es muy homogéneo y no hay atracción social. Caso raro en la naturaleza ya que necesitaría un medio totalmente homogéneo y que los individuos no mostraran ninguna tendencia a la agregación.

Un patrón aleatorio implica que la probabilidad de encontrar un individuo sea la misma en todos los puntos del espacio; es necesario que todo este espacio ofrezca las mismas condiciones. Asimismo, la presencia de un individuo no debe afectar de ninguna manera la presencia de otro, es decir, los individuos no deben presentar ningún tipo de atracción o segregación, lo cual no implica que puedan ejercer alguna clase de efecto unidireccional de estas índoles sobre otras especies dentro de una comunidad.

La distribución agregada

La distribución espacial será agregada en aquellos casos en los que la presencia de un individuo genera una mayor probabilidad de encontrar en las cercanías otros de la misma población, por lo que la media (\bar{x}) de las muestras tiende consistentemente a ser menor que la varianza (S^2) de las mismas. La distribución agrupada ocurre como

respuesta a diferencias locales de hábitat (micro hábitat) en donde los individuos encuentran la mejor combinación de factores.

La distribución agregada es la más frecuente en la naturaleza, y se produce por la tendencia a la agregación que hay en los individuos, así, tanto las plantas como los animales tienden a esparcir sus semillas o a colocar sus nidos o sus crías, en sus proximidades o en el mismo lugar habitado por ellos. Además las agregaciones usualmente implican alguna clase de parche ambiental, los organismos podrían ser atraídos por la reproducción, o forman agregados para reducir la depredación. La agregación responde también a una discontinuidad de ecotopos favorables para la especie, fuego recurrente, inundaciones recurrentes, etc.

Un patrón agregado indica la presencia de interacciones entre los individuos, o entre los individuos y el medio. Existen muchas causas probables para la formación de un patrón agregado, cuyo estudio puede ser relevante para comprender mejor la biología o ecología de los organismos o el medio bajo estudio. Si sólo consideramos factores intrínsecos, la agregación podría ser consecuencia de interacciones sociales, tales como la organización para realización de tareas como la búsqueda del alimento o la crianza. Asimismo, podría ser una consecuencia del modo reproductivo predominante en la población (Por ej. gemación o baja dispersión de semillas, larvas o juveniles). Si consideramos además factores extrínsecos, la agregación podría ser una consecuencia del patrón de disposición de los recursos o los peligros en el medio: comportamientos defensivos, o aprovechamiento de parches de alta calidad y despoblamiento de zonas pobres. Estas dos clases de factores pueden igualmente interactuar de muchas formas, y afectar la trayectoria evolutiva de la población o especie a todos los niveles de organización.

En consecuencia, la tendencia de los organismos a distribuirse en agregados, se debe a diferentes causas, como son:

- El tipo de reproducción de la especie que forma la población. En las plantas y algunos animales inferiores, la agregación es inversamente proporcional a la movilidad de los elementos de diseminación como: semillas, esporas, huevos, larvas.

- Las diferencias de hábitat producen una discontinuidad, que obliga a los individuos a vivir en un área más reducida.
- Las variaciones climáticas diarias o estacionales que ocasionan la agregación de los organismos para resistir mejor los cambios de temperatura, humedad y viento.
- Factores bióticos adversos que conducen a una agrupación de los individuos para protegerse mejor contra los peligros externos y atracción social de los organismos.

Si bien la agregación puede aumentar la competencia entre los individuos de la población por los recursos, ésta se ve compensada por una mayor supervivencia del grupo. Lo anterior se debe a que la superficie expuesta al medio es proporcionalmente menor en relación con la masa, ya que el grupo puede modificar favorablemente el espacio y el clima.

Distribución uniforme: La distribución es uniforme, cuando los individuos son encontrados siguiendo un patrón regular, de manera que localizar un ejemplar, disminuye la probabilidad de encontrar otro en las cercanías. En este caso la media (\bar{x}) de las muestras es mayor que la varianza (S^2). Este tipo de distribución puede observarse cuando la competencia por los recursos es muy aguda (plantas de semidesierto). Una distribución uniforme se manifiesta cuando los animales maximizan la distancia entre sus vecinos y tiene lugar una fuerte competencia entre los individuos o cuando hay un antagonismo que obliga a una separación regular entre ellos. Esto implica el establecimiento de territorios.

Se entiende por territorialidad al mecanismo que separa a los organismos, o a los grupos, unos de otros. En los animales las fuerzas que producen el aislamiento puede ser una ventaja al disminuir la competencia. En los vertebrados sus actividades suelen restringirse a un área limitada, conocida como ámbito doméstico, y si esta área vital es activamente defendida se le llama territorio. El territorio puede ser un área de alimentación, reproducción, reposo, o área de nidificación. La territorialidad mantiene a las poblaciones por debajo de la saturación, previene el agotamiento de los recursos y reduce la competencia.

El dato correspondiente al tipo de distribución de una población es importante para realizar bien la toma de muestras en un estudio estadístico. Una distribución aleatoria implica que la probabilidad de encontrar a un individuo es la misma para todos los puntos del espacio, o que todos los individuos tienen la misma probabilidad de ser hallados en cada punto del espacio. De manera general, una distribución uniforme significa que las distancias entre individuos son aproximadamente las mismas dentro de la población, mientras que una distribución agregada implica que los individuos se agrupan en aglomerados o parches, dejando porciones del espacio relativamente desocupadas.

Las Poblaciones en el ecosistema

Cada especie en un ecosistema existe como una población; es decir, es un grupo con cohesión biológica y ecológica. Para que un ecosistema permanezca estable a lo largo de tiempo, la población de cada especie en el ecosistema debe permanecer más o menos constante en tamaño y distribución geográfica. A su vez para que una población permanezca constante en tamaño por un largo de tiempo, su tasa reproductiva promedio debe ser igual a la tasa de mortalidad. Por lo tanto el problema del balance de los ecosistemas, es un problema de cómo la tasa de natalidad y la tasa de mortalidad se balancean para cada especie en el ecosistema.

El principal factor de incremento de la población es el **potencial biótico**. Si se comparan diferentes especies, se puede observar que el potencial biótico varía desde un nacimiento por año, en grandes mamíferos, a muchos millones por año, en el caso de muchas plantas, peces e invertebrados. Sin embargo, para que un individuo tenga algún efecto sobre el tamaño de la población debe sobrevivir y a su vez reproducirse. Este es el segundo factor en el crecimiento de la población, el **reclutamiento**. Se define al reclutamiento como la sobrevivencia y crecimiento de un individuo hasta volverse parte de la población reproductiva, se puede inferir que no todos los individuos nacidos llegan a ser reclutados, llegan al estado adulto.

Considerando las diferencias entre el potencial biótico y el reclutamiento, se puede notar que entre las poblaciones hay dos tipos de estrategias reproductivas. La primera estrategia (estrategia r) es producir un número masivo de individuos, de los cuales unos pocos sobrevivirán; es decir se presenta un reclutamiento bajo. A estas especies se les

da el nombre de **pródigas** u **oportunistas**. La segunda estrategia (estrategia k) es tener una tasa reproductiva baja, pero suministrar cuidado parental a la descendencia, con lo cual se incrementa el reclutamiento. A estas especies se les conoce como **prudentes** o **equilibradas**. Estos dos tipos de estrategias responden a los dos casos generales de crecimiento de una población, el crecimiento exponencial y el crecimiento logístico.

Las plantas anuales muestran una estrategia reproductiva pródiga. Estas plantas se reproducen sólo una vez, cuando las condiciones ambientales son las óptimas, dejando un gran número de semillas. Las plantas progenitoras mueren poco después. Sólo sobreviven las semillas en estado de dormición hasta que las condiciones ambientales se restablecen para reiniciar el ciclo. En el otro extremo de estrategia reproductiva se encuentran, por ejemplo, los elefantes. Las crías son amamantadas por sus madres durante dos años como mínimo. La estructura social de los elefantes consiste en una jerarquía materna, en la que los jóvenes son protegidos celosamente por la madre, hermanas y tías.

Hay factores adicionales que influyen el crecimiento y la distribución geográfica de la población como:

- la migración y dispersión de animales y semillas para ser llevados a hábitats semejantes en otras regiones;
- la habilidad para adaptarse e invadir nuevos hábitats;
- los mecanismos de defensa y de resistencia a las condiciones adversas y a las enfermedades.

Como se señaló anteriormente, todas las especies tienen la capacidad de incrementar su población cuando las condiciones son ideales. El crecimiento de una población bajo condiciones ideales será exponencial. Cuando esto ocurre en la población se habla de una explosión poblacional (o demográfica).

La principal característica de un incremento exponencial es que el número de individuos se incrementa muy rápido y en cada intervalo de tiempo X tiene lugar un aumento geométrico de la población. Las explosiones de la población son raras en la naturaleza, sin embargo, debido a los factores bióticos y abióticos se presenta la tendencia a la

disminución de las poblaciones. Tanto en la disminución como en el aumento de las poblaciones inciden los factores bióticos y abióticos con los que la población interactúa los que en su conjunto se denomina **resistencia ambiental**.

Entre los factores bióticos que limitan el crecimiento de las poblaciones se cuentan: depredadores, parásitos, competidores, y la falta o escases de alimento. Entre los factores abióticos de la resistencia ambiental se cuentan: humedad, luz, salinidad, pH, y la falta de nutrientes.

Los factores que promueven el incremento de la población y los factores de la resistencia ambiental están cambiando siempre. Cuando las condiciones son favorables, la población se puede incrementar. Cuando las condiciones son desfavorables, la población disminuye. En general la tasa reproductiva de una especie es casi constante, debido a que la tasa de reproducción hace parte del fondo genético de la especie. Lo que varía en una especie es el reclutamiento. Es decir en los estadios tempranos del crecimiento (plantas o animales) son más vulnerables a la depredación, las enfermedades, la falta de alimentos (o nutrientes) o agua, y otras condiciones adversas. Por lo tanto la resistencia ambiental reduce el reclutamiento. Si el reclutamiento es igual al índice de reemplazo, los nuevos individuos reemplazarán a los individuos muertos y el tamaño de la población permanecerá constante. Si el reclutamiento no es suficiente para reemplazar las pérdidas en la población reproductiva, el tamaño de la población declinará. En síntesis, si una población crece, permanece estable o disminuye es el resultado de un balance dinámico entre su **potencial biótico y la resistencia ambiental**.

BIBLIOGRAFÍA

- Colinvaux, Paul (1980): Introducción a la ecología. Ed. LIMUSA.
- Krebs, Charles J. (1985): Ecología. Estudio de la distribución y la abundancia. 2ª Edición. Ed. Harla. México.
- Margalef, R. (1977): Ecología. Ed. Omega.
- Odum, Eugene (1985): Ecología - Ed. Interamericana.
- Pianka, Eric R. (1982): Ecología evolutiva. Editorial Omega.