

## CAPÍTULO 12

# CARACTERÍSTICAS Y EVALUACIÓN DEL HÁBITAT

*Sonia Gallina-Tessaro*

### INTRODUCCIÓN

El hábitat es un área con la combinación de recursos (alimento, agua, cobertura) y condiciones ambientales (temperatura, precipitación, depredadores y competidores) que promueve la ocupación por individuos de una especie dada y permite que éstos sobrevivan y se reproduzcan (Morrison *et al.* 1992). Por lo tanto, el manejo de la fauna silvestre debe considerar precisamente todas las características y condiciones requeridas por la o las especies de interés, y tomar en cuenta que las poblaciones animales también pueden incrementarse, disminuirse o mantenerse a través del manejo adecuado del hábitat.

El hábitat es, en sentido general, el lugar donde vive un animal. El hábitat de alta calidad puede ser definido como aquellas áreas que presentan las condiciones necesarias para incrementar la adecuación de los individuos de una población, durante períodos prolongados de tiempo (Morrison *et al.* 1992).

### ALIMENTO

La sobrevivencia de una especie depende de que un número determinado de individuos obtenga suficientes nutrientes y posteriormente produzca suficiente descendencia que pueda reemplazar por lo menos aquellos individuos que mueren por diferentes causas. La selección natural favorece a los que se alimentan eficien-

temente, así como aquellos que escapan eficientemente de sus depredadores. La mala nutrición no solo afecta las condiciones físicas del animal sino también afecta su reproducción.

El manejo del recurso alimenticio es un proceso de dos pasos:

- 1) determinar o conocer los hábitos alimentarios para cada especie de interés
- 2) conocer la disponibilidad de dicho alimento.

A menudo los manejadores de fauna silvestre utilizan el estado de la vegetación como un barómetro para juzgar las poblaciones silvestres en relación con su suplemento alimenticio (Korschgen 1980).

## COBERTURA

La cobertura evita la pérdida innecesaria de energía para proteger los animales de las condiciones climáticas (protección) o de depredadores y otros enemigos (escondite). El término cobertura para la fauna se refiere a cualquier estructura física o biológica que proveen protección contra las condiciones del clima o escondite de los depredadores.

Los modelos de hábitat están generalmente basados en la correlación de un número de animales a alguna estructura o estructuras del ambiente biótico y abiótico. El propósito de estos modelos es desarrollar predicciones adecuadas de la presencia, abundancia o densidad de la especie basada en estructuras ambientales.

Existen cuatro criterios para la selección de las variables del hábitat, según Whitmore (1981 citado en Morrison *et al.* 1992):

1. Cada variable debe proveer una medida de la estructura del ambiente que se sabe o sospecha que influye en la distribución y abundancia local de la especie
2. Cada variable debe ser medida de manera rápida y precisa con procedimientos no destructivos
3. Cada variable debe tener variación dentro de las épocas que sea menor en relación con la variación entre épocas
4. Cada variable debe describir el ambiente en la vecindad inmediata del animal.

## ESTRUCTURAS FÍSICAS TERRESTRES

Las estructuras físicas del hábitat son tan importantes como la vegetación para determinar la abundancia y distribución de animales. Muchas especies de fauna se han adaptado a utilizar ciertas estructuras físicas a tal grado que no pueden sobrevivir o reproducirse sin ellas. Hay que considerar tales relaciones obligadas como el uso de peñas o acantilados para la reproducción de halcones de la pradera y muchas otras rapaces, o el uso de pronunciadas pendientes y topografía “rugosa” como cobertura de escape para el borrego cimarrón (Cooperrider 1986).

A pesar de la importancia se ha hecho poco para desarrollar metodologías para categorizar o cuantificar las estructuras. Algunos de los más importantes atributos de las estructuras físicas son espaciales o geográficos. Sin embargo, aunque se reconocen en el hábitat, se hacen pocos esfuerzos por cuantificar “lo pronunciado de la pendiente”, “lo rugoso” del terreno, “lo rocoso”, etc.

Las estructuras físicas terrestres son todas las estructuras del ambiente terrestre, como las señalan Cooperrider (1986), incluyendo las hechas por el hombre (presas, etc.), que no están compuestas por vegetación, pero son útiles para predecir la abundancia y distribución de los animales. Así, se pueden identificar:

- 1) Las formas del paisaje
- 2) Geoformas
- 3) Suelos
- 4) Hábitats edáficos
- 5) Estructuras derivadas de la vegetación como troncos caídos y *litter*
- 6) Estructuras hechas por animales, y
- 7) Hábitats hechos por el hombre.

*Formas del paisaje.* Es una superficie de tierra tridimensional, formada por el suelo, sedimentos o rocas, que es distintiva por su forma, que es significativa por el uso de la tierra o por su génesis, que se repite en diversos paisajes y que tiene una posición consistente relativa al paisaje que lo rodea.

Entre los atributos están la pendiente, la exposición y la altitud. La pendiente es el ángulo entre la horizontal y el plano de la superficie del suelo. Puede expresarse en grados o en porcentaje. (45° equivalen al 100% de pendiente). Esto puede variar con la microtopografía. Si hay interés en el promedio de pendiente de un área dada, se toman muchas medidas de la pendiente y luego se promedian.

Sin embargo, la varianza de las medidas de pendiente puede ser una medida útil para definir la “rugosidad” del terreno o topografía. La exposición es la dirección de la pendiente. La elevación es la altitud desde el nivel del mar.

*Suelos.* Proveen el sustrato para la vegetación y son el mayor determinante para el tipo y abundancia de la vegetación. Sin embargo, el suelo también provee hábitat para muchas especies de animales fosoriales como tuzas, topos, ardillas, tlalcoyotes o tejones, y muchos anfibios y reptiles. Provee hábitat para alimentación, reproducción o anidamiento (perritos de la pradera, tortugas del desierto, búhos, etc.) y cobertura (ardillas, lagartijas, etc.).

*Hábitat edáfico.* La vegetación existente o potencial está determinada principalmente por el suelo (se restringe a determinados tipos) y no por el clima; por ejemplo, suelos alcalinos, salinos, en el que se desarrolla una vegetación peculiar con especies de plantas adaptadas, diferentes de su entorno.

*Hábitat geomórfico (geoformas).* Son producto de procesos geológicos o geomórficos e incluyen peñascos, cuevas, taludes (acumulación de rocas en la base de fuertes pendientes o acantilados), derrames de lava, dunas y playas (cuencas endorreicas someras en desiertos que son importantes sitios de alimentación y nidificación de aves acuáticas).

*Estructuras derivadas de la vegetación.* Cualquier estructura del hábitat derivada de vegetación muerta, por ejemplo troncos caídos, árboles muertos en pie, densidad o grosor del *litter*, etc. Son extremadamente importantes para muchas especies de fauna. Muchas prácticas de manejo como ganadería, tala, fuego, tienden a minimizar la cantidad de vegetación muerta en el hábitat. El *litter* es un componente importante del hábitat para pequeños mamíferos, reptiles y anfibios, ya que provee hábitat para muchos invertebrados que constituyen su alimento, además de proveer cobertura térmica y de protección para muchas de estas especies de fauna. La importancia de troncos caídos ha sido sólo recientemente considerada, al igual que árboles muertos en pie, que constituyen el refugio de muchos animales (sitios para anidar de diferentes aves).

*Estructuras hechas por animales.* Muchas veces los animales hacen estructuras en un hábitat que son utilizadas por individuos de la misma especie o para otras especies (p. ej., cavidades hechas por pájaros carpinteros que son utilizadas por pájaros que no tienen esa habilidad, las represas hechas por castores).

*Estructuras hechas por el hombre.* La importancia de estructuras hechas por el hombre para la fauna silvestre ha recibido cada vez más reconocimiento. Por ejemplo, plataformas o cajones para anidar, bebederos, presones, etc. Por otro

lado, hay estructuras como caminos, líneas para electricidad, etc. que tienen un efecto dañino sobre la fauna, que también deben ser considerados al hacer inventarios de hábitat para la fauna, ya que son un componente del hábitat.

## VEGETACIÓN

Para clasificar (describir) las comunidades vegetales, deben considerarse dos o tres dimensiones. En general, la fisionomía o estructura de la vegetación representa dos dimensiones. La variación de la diversidad vertical, ya sea una capa o múltiples, es útil para describir el área. También es importante la composición florística.

*“Los estudios del uso de hábitat deben ser diseñados para conocer la variación anual, estacional y espacial en el uso del hábitat por los animales”.*

### ¿CÓMO MEDIR?

Entre los métodos para cuantificar la estructura y florística de la vegetación para describir el hábitat están, entre otros, cuadrantes en puntos, áreas de muestreo circulares y anidadas, cuadrados, línea de intercepción. Se deben hacer muestreos preliminares para determinar cuales variables parecen ser útiles para describir el hábitat particular de un animal. Las áreas fijas y transectos pueden ser utilizados para proveer sitios específicos, análisis detallados en las relaciones animal-hábitat (Morrison *et al.* 1992).

Se han usado índices de diversidad de las alturas del follaje (FHD) y la heterogeneidad del hábitat para describir la diversidad y dispersión de la vegetación en un área. Originalmente fueron aplicados por MacArthur y MacArthur en 1961 y Karr y Roth en 1971 (ver Morrison *et al.* 1992). Esto nos puede indicar como percibe el animal su alrededor. Para determinar el FHD a menudo se estratifica la vegetación en clases de alturas y se usa algún método para determinar la intercepción del follaje en una línea vertical. También se han desarrollado distintas medidas de heterogeneidad del hábitat o parches, algunos basando su medida en la técnica de cuadrantes centrados en puntos, utilizando el coeficiente de variación de la distancia del punto a la planta como su medida de heterogeneidad.

## ¿CUÁNDO MEDIR?

En estudios de comportamiento animal es importante considerar la influencia de variaciones temporales en el uso de recursos, como lo señalan Morrison *et al.* 1992).

- Muestreos dentro de una época. A menudo se concentra el muestreo en una sola época. Por ejemplo: análisis de poblaciones de aves son realizados en la época reproductiva o en la invernal.
- Muestreos entre épocas. Es importante el problema de la escala de muestreo, por lo que hay que tener cuidado en el diseño de estudios a nivel comunidad cuando se definen las “épocas” ya que son específicas aún en taxones relacionados, por ejemplo el cuidado parental.
- Cambios temporales a largo plazo. Para incrementar el entendimiento de la regulación de poblaciones y estructura de las comunidades, debemos conducir monitoreos a largo plazo, con un examen crítico de la importancia relativa de factores que influyen la variabilidad espacial y temporal en la distribución y abundancia.

Se recomiendan estudios intensivos en áreas de muestreo simples durante varios años, con réplicas dentro del mismo hábitat y con réplicas entre hábitats. Se necesita un incremento en manipulaciones experimentales de hábitat, recursos alimentarios, competidores, depredadores y otros parámetros, acoplados con estudios demográficos.

## USO Y DISPONIBILIDAD DE RECURSOS

El alimento juega un papel crucial en la dinámica de las poblaciones y existe mucha literatura sobre dietas de muchas especies. Recientemente se ha puesto atención hacia la cuantificación de la abundancia de alimentos o disponibilidad.

La variedad de métodos utilizados para estudiar la dieta de vertebrados puede ser dividida en tres categorías:

- 1) la colecta de individuos (sacrificándolos)
- 2) la captura temporal del animal
- 3) los que no causan disturbios a los individuos (observaciones directas, análisis de heces fecales, estimaciones de utilización del forraje, etc.).

La disponibilidad significa usarse, obtenerse, estar accesible. Por lo tanto es aquello que el animal tiene acceso, lo que contrasta con la cantidad de alimento por unidad de área o densidad de alimento (abundancia de alimento).

Aún cuando el alimento está presente en el área puede temporalmente estar no disponible debido a condiciones ambientales, comportamiento de las presas y presencia y actividad de otros animales, incluyendo el observador.

Los investigadores han desarrollado un tipo de metodología para cuantificar el uso del alimento en relación a su disponibilidad. Conocidos como índices de electividad o preferencia, que buscan comparar la frecuencia de los tipos de alimento en la dieta con la disponibilidad de esos tipos en el ambiente, representándolo con un valor. Se han usado esos índices para el análisis de hábitat (Morrison *et al.* 1992). Por ejemplo, el Índice de Electividad de Ivlev compara la disponibilidad relativa de los tipos de alimento en el ambiente ( $p$ ) con el uso relativo en la dieta ( $r$ ) y se representa en la ecuación 1:

$$E_i = \frac{(r_i - p_i)}{(r_i + p_i)} \quad \text{Ecuación 1}$$

Otros índices son similares (véase Lechowicz 1982), si  $r$  y  $p$  son iguales significa que el animal escoge su alimento al azar, es decir en proporción directa a la disponibilidad relativa del alimento. Si  $r$  y  $p$  difieren, uno puede concluir que el animal lo está evitando (un valor negativo del índice) o lo está seleccionando (un valor positivo). El índice directo más simple consiste en dividir el porcentaje estimado de un tipo de alimento por el total del alimento estimado en el ambiente. Así, valores de  $-1$  a  $0$  lo evita (selección negativa) y de  $0$  a infinito para una selección positiva.

El éxito en las prácticas de manejo dependen del grado en el cual las relaciones entre el animal y su hábitat son optimizadas. El manejo exitoso del hábitat dependerá del conocimiento de lo que el animal requiere tanto conductual como fisiológicamente. Se describirán los atributos de las comunidades de plantas que son útiles en la evaluación del hábitat de vertebrados y los métodos para medirlos, y se mostrará cómo son útiles para predecir la presencia o ausencia de especies, su abundancia y riqueza en varias comunidades.

Se han desarrollado métodos de campo relativamente rápidos y de los cuales se pueden generar otras descripciones de la comunidad de plantas. Por ejemplo,

la medida de densidad foliar, de la cual se pueden calcular los parches en la dimensión horizontal, diversidad en altura foliar, y densidad foliar a distintas capas verticales (suelo, arbustos y dosel).

Para clasificar (describir) las comunidades vegetales deben considerarse dos o tres dimensiones. En general, la fisionomía o estructura de la vegetación representa dos dimensiones. La variación de la diversidad vertical, ya sea una capa o múltiples, es útil para describir el área. También es importante la composición florística, es decir qué especies de plantas tiene cada comunidad.

### ATRIBUTOS DE LA VEGETACIÓN

*Variables simples básicas.* Entre ellas está la densidad foliar, la composición específica y la producción de frutos:

- 1) Densidad foliar: se refiere a la cantidad de follaje verde presente. Generalmente es medida a distintos niveles verticales (puede ser cada metro).
- 2) Composición específica: puede determinarse contando individuos de cada especie de árbol y arbusto, pudiendo utilizar clases de tamaños.
- 3) Producción de frutos: en áreas donde hay producción de frutos que son importantes para la fauna, es útil tener una idea del total de frutos producidos. Esto se ha hecho donde la correlación entre número de árboles presentes y la producción de frutos es pobre.

*Variables derivadas.* La diversidad de la altura del follaje es calculada a partir de las medidas de densidad de follaje tomadas en distintas capas o planos. La diversidad horizontal del follaje puede determinarse considerando la variación en la densidad del follaje en un plano horizontal. En comunidades verticalmente complejas (multiplanos) es deseable calcularla para cada estrato vertical. El número de estratos es arbitrario.

La estimación de la densidad arbórea puede ser expresada como el número de cada especie por unidad de área o como una proporción del total de especies arbóreas presentes.

### UTILIDAD DE LAS VARIABLES

El conteo de especies de árboles y arbustos es particularmente útil para predecir la presencia y densidad de muchos roedores y aves. La densidad foliar en los



estratos bajos, por ejemplo, está asociada a lagartijas, algunos roedores y aves. Hay una considerable variación estacional en la selección del hábitat dentro de un grupo como las aves, mientras que los roedores usan la vegetación de manera diferente en cualquier estación en comparación con las aves. El asunto es que no hay una razón *a priori* para seleccionar un simple atributo, o unos pocos, de la vegetación, que puedan ser adecuados para predecir el uso de un hábitat por la fauna silvestre.

## MEDIR LOS ATRIBUTOS DE LA VEGETACIÓN

*Densidad del follaje.* En cada parche se cuentan los árboles y se toman las medidas de densidad foliar. Por ejemplo en transectos de 750 m de largo por 15 m de ancho, en cada submuestra de 150 m de largo se cuentan todos los individuos de árboles categorizados por alturas. Cuando las densidades son altas que es difícil contar los individuos se pueden medir la cobertura y altura de algunos individuos y desarrollar rectas de regresión, entonces se mide sólo el área del parche y el promedio de altura de los individuos, así se puede obtener luego una burda estimación del número de individuos por parche (Anderson y Ohmart 1986).

La densidad foliar puede hacerse anualmente entre mayo y julio (Anderson y Ohmart 1986). Puede hacerse a cada lado del transecto en tres puntos: 15, 75 y 135 m en cada submuestra, haciendo un total de 30 puntos (15 por lado) en un transecto de 750 m. En cada punto un observador camina siete pasos, perpendicular al transecto, y un segundo observador mantiene un pizarrón (20x40 cm) a una determinada altura atrás del follaje verde y deberá detenerse cuando el follaje cubra la mitad del pizarrón. La distancia al primer observador se mide con una cinta métrica o un medidor de distancia. Así se hace para los diferentes estratos (p. ej., 0-0.49 m, 0.5-4.9 m, 5-8 m, >8m, véase ecuación 2).

$$K = \log_e 2 / D = 0.693 / D \qquad \text{Ecuación 2}$$

La densidad de follaje ( $D$ ) de la submuestra es la suma de los promedios de las tres medidas tomadas en cada plano vertical. Por ejemplo, para el plano a 1.5 m las distancias fueron 2.7, 4.5 y 0.6 m, entonces...

$$(0.693 / 2.7 + 0.693/4.5 + 0.693/0.6) / 3 = 0.529$$

Para el plano de los 3 m fueron 0.3, 0.6 y 0.9 m, entonces...

$$(0.693 / 0.3 + 0.693 / 0.6 + 0.693 / 0.9) / 3 = 1.392$$

La densidad de los dos planos será la suma de los promedios = 1.921.

*Diversidad vertical (Diversidad de la altura del Follaje).* La diversidad vertical (foliage height diversity = FHD) es calculada con el índice de Shannon–Weaver (véase ecuación 3):

$$FHD = \sum (p_i \log_n p_i) \quad \text{Ecuación 3}$$

*Diversidad horizontal (Patchiness).* Es la característica estructural del hábitat que describe la regularidad de la vegetación en un plano horizontal (ver Anderson y Ohmart 1986). Es calculada para cada capa vertical de la que se estimó la densidad de follaje. La varianza asociada con la media total de la densidad de follaje para cada plano de las submuestras puede ser utilizada como una medida de diversidad horizontal (véase ecuación 4):

$$HDI = S^2 = [\sum k^2i - (\sum k^2i/n)]/n - 1) \quad \text{Ecuación 4}$$

La varianza es calculada para cada capa, y la suma es la diversidad horizontal total.

*Composición específica.* El área mínima de muestreo en una comunidad se relaciona con la homogeneidad florística y espacial. El procedimiento más difundido consiste en tomar una unidad muestral pequeña (por ejemplo, un cuadrado de 5 x 5 m) y en contar el número de especies presentes en ésta. Luego se duplica la superficie y se cuenta el número de especies nuevas que aparecen. Esta operación se repite hasta que el número de especies nuevas disminuye al mínimo. Otra es ubicando al azar cuadrados de distintos tamaños y contar las especies, para definir el tamaño necesario del cuadrado donde esté representada la comunidad. Se recomiendan los siguientes tamaños de muestreo:

- 1–2 m<sup>2</sup> para herbáceas
- 4 m<sup>2</sup> para arbustos bajos
- 16 m<sup>2</sup> para arbustos altos
- 100 m<sup>2</sup> para árboles

Se sugiere una intensidad de muestreo que abarque entre el 5 y 10% de la superficie total. El número total de áreas de muestreo que se requieren dependerá de la homogeneidad del sitio (es función de la variación individual de las muestras, entre mayor la variación mayor número de muestras).

*Número de parcelas requeridas.* Se requiere un premuestreo para obtener la media y la desviación estándar de los datos. Es necesario decidir sobre la certeza deseada antes de que pueda ser determinada la intensidad de muestreo. También es necesario conocer el nivel del límite de confianza (0.05, 0.10, 0.20), el margen de error (puede ser 10% o 20% del valor de la media) y la desviación normal correspondiente a un límite aceptable de confianza (valor de tablas *t* con determinados grados de libertad según el premuestreo, aproximadamente toma un valor de 2 a partir de 30 muestras y a un nivel de 0.05; 1.7 a nivel de 0.10; 1.3 a nivel de 0.20). La estimación del tamaño aproximado de la muestra (*n*) es la propuesta por Snedecor en 1986 (Patton 1997) y se puede calcular con la ecuación 5:

$$n = t^2 s^2 / d^2 \quad \text{Ecuación 5}$$

donde *t* es el valor de tablas, *s* es la desviación estándar (S.D.) y *d* es la seguridad asignada (valor de la media por 0.10 ó 0.20).

Por ejemplo, si hacemos un premuestreo en un área homogénea de 40 ha usando 30 parcelas que tienen un tamaño de 0.004 ha para estimar el ramoneo y obtenemos los siguientes datos:

$$\begin{aligned} \text{Valor de la media } (\bar{x}) &= 19 \text{ kg} \\ s &= 2.5 \\ t &= 2 \\ d &= (0.10 \times 19) \\ n &= 25/3.61 = 6.9 \end{aligned}$$

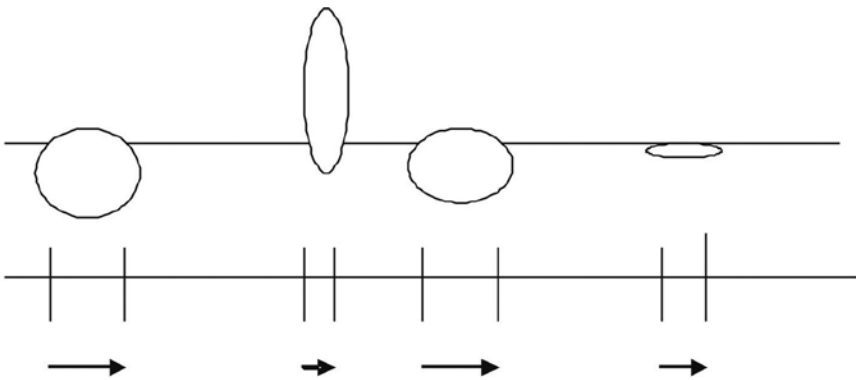
*Distribución de las parcelas.* Existen dos formas de elegir la distribución de las parcelas: al azar o un método sistemático en el cual las parcelas son espaciadas a

intervalos regulares a lo largo de líneas separadas por intervalos regulares. El primero es preferido cuando es necesaria una estimación no sesgada de la varianza de una población, mientras que el segundo método es preferido cuando es necesaria la obtención de medidas adicionales porque permite localizar las parcelas más fácilmente (Patton 1997).

### MÉTODO DE INTERCEPCIÓN O LÍNEA DE CANFIELD

Es utilizado para medir cobertura (ver Mueller–Dombois y Ellenberg 1984, Brower *et al.* 1995). Consiste en colocar una cinta métrica y registrar donde intercepta cada planta, puede ser proyección de la copa de un árbol, de un arbusto, o lo que ocupa un macollo de pastos (donde hay muchos estratos hay que obtener la intercepción por separado de cada capa, por ejemplo de 0.5 a 2 m, de 2 a 5 m, de 5 m para arriba, ver Fig. 1). La longitud total acumulada por cada especie, en relación a la longitud del transecto (50 m, o 250 m) se expresa como porcentaje de cobertura de cada especie.

**Figura 12.1.** Línea de intercepción o de Canfield y como se toman los valores de las distancias en el campo.



Se obtienen los valores (cuadros 1 y 2) con las siguientes ecuaciones (6–12):
Ecuación 6. Índice de Densidad Lineal ( $ID = ni / L$ ), donde $ni$ es el número total de individuos de la especie $i$ y $L$ = la longitud total de todos los transectos muestreados,
Ecuación 7. Densidad relativa ( $DR = ni / \sum n$ ), donde $\sum n$ es el número total de individuos de todas las especies,
Ecuación 8. Índice de cobertura lineal ( $IC$ ), donde $li$ es la suma de las longitudes de los interceptos para la especie $i$ ,
Ecuación 9. Cobertura relativa ( $CR = li / L$ ), donde $\sum l$ es la suma de todos los interceptos para todas las especies,
Ecuación 10. Frecuencia de la especie ( $Fi = ji / k$ ), $i$ donde $ji$ es el número de intervalos de intercepción que contiene la especie $i$ y $k$ es el número total de intervalos en el transecto,
Ecuación 11. Frecuencia relativa ( $FR = F / \sum Fi$ ) donde $\sum fi$ es la suma de las frecuencias de todas las especies, y
Ecuación 12. Valor de importancia ( $VI = DR + CR + FR$ ).

**CUADRO 12.1. FORMATO PARA LA TOMA DE DATOS EN CAMPO CON EL MÉTODO DE LÍNEA DE INTERCEPCIÓN.**

FECHA \_\_\_\_\_ OBSERVADOR \_\_\_\_\_  
 HÁBITAT \_\_\_\_\_  
 LOCALIDAD \_\_\_\_\_  
 TRANSECTO \_\_\_\_\_  $ID = ni / L$  \_\_\_\_\_

Número de planta	Especie	Especie	Especie	Especie	Especie
	Longitud de Intercepción (l)	Longitud de Intercepción (l)	Longitud de Intercepción (l)	Longitud de Intercepción (l)	Longitud de Intercepción (l)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
Totales					



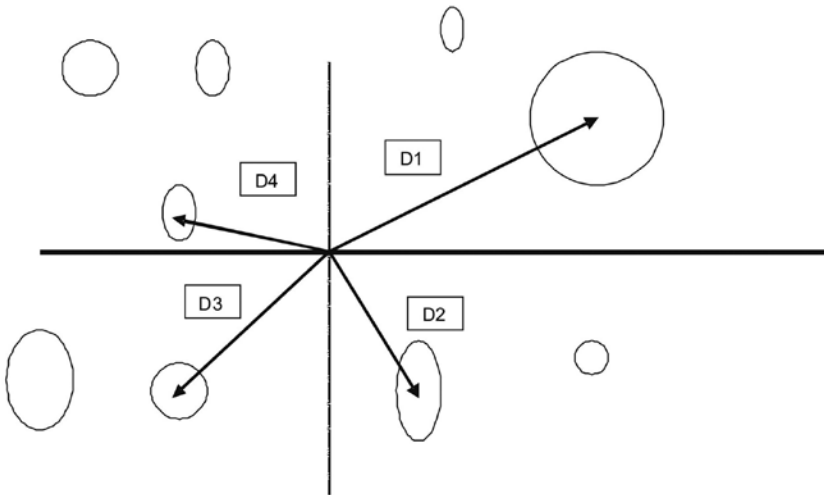
## CUADRANTES CENTRADOS EN PUNTOS

Este método, descrito por Mueller–Dombois y Ellenberg (1984) consiste en que se pueden seleccionar puntos al azar (y ahí se hacen dos líneas imaginarias perpendiculares, siguiendo las 4 direcciones de la brújula, N, S, E y O, marcando cuatro cuadrantes) o colocados sistemáticamente a lo largo de un transecto que puede ser de 400 m (ya sea cada 20 m o 40 m dependiendo de la densidad de las plantas arbustivas o arbóreas), como se ha utilizado para caracterizar el hábitat del venado en México. Del punto central se mide la distancia al árbol o arbusto más cercano, (dependiendo del tipo de vegetación que se trate, bosque o matorral), Sólo se mide la planta más cercana en cada cuadrante (Fig. 2). De cada planta se registra la especie, si se desea la cobertura del arbusto (diámetro mayor y diámetro menor de la copa), y la altura; si es árbol el diámetro a la altura del pecho (DAP), y también la altura (Cuadro 3).

## FENOLOGÍA Y DISPONIBILIDAD DE FRUTOS

El estudio de la disponibilidad y distribución de frutos es llamado fenología y tiene gran importancia para interpretar el comportamiento de la vida silvestre. El

**Figura 12.2.** Mediciones que se deben realizar de los individuos (árboles o arbustos) más cercanos con el método de Cuadrantes Centrados en Puntos.



**CUADRO 12.3. FORMATO PARA TOMA DE DATOS EN CAMPO CON EL MÉTODO DE CUADRANTES  
CENTRADOS EN PUNTOS.**

FECHA \_\_\_\_\_ OBSERVADOR \_\_\_\_\_  
 HÁBITAT \_\_\_\_\_  
 TRANSECTO \_\_\_\_\_ LOCALIDAD \_\_\_\_\_

Número del punto	Número de cuadrante	Especie	Dap (cm)	Cobertura (cm <sup>2</sup> ) (a)	Distancia al punto (m)
1	1				
1	2				
1	3				
1	4				
2	1				
2	2				
2	3				
2	4				
3	1				
3	2				
3	3				
3	4				
4	1				
4	2				
4	3				
4	4				
5	1				
5	2				
5	3				
5	4				





comportamiento social, territorial, reproductivo, búsqueda de alimento y sus variaciones son influenciados por los patrones de disponibilidad de recursos. En los trópicos, muchas especies son frugívoras en menor o mayor grado. La información fenológica es una herramienta crítica para interpretar aspectos de la ecología y comportamiento de especies frugívoras (Painter *et al.* 1999). Si una especie animal depende excesivamente de una o dos especies de frutos a lo largo del año, éstas podrían ser clasificadas como recursos clave.

#### Diseño del estudio (Painter *et al.* 1999):

- 1) Selectivo: es apropiado cuando se está interesado en responder preguntas sobre una especie de planta o grupo de especies. Se puede seleccionar al menos 10 individuos de cada especie para hacer un monitoreo de la disponibilidad del recurso alimentario.
- 2) General: es apropiado para conocer los patrones fenológicos del bosque, sobre todo cuando se desconoce la dieta de los animales. Se monitorean todos los árboles dentro de parcelas de vegetación distribuidas al azar.

La mayoría de los estudios fenológicos establecen registros mensuales. Para esto se requieren binoculares (de preferencia 10 x 40).

#### Métodos de campo (tomado de Wallace y Painter en Painter *et al.* 1999):

- 1) Monitoreo Estacional de la Fenología: se registra el estado reproductivo de cada árbol monitoreado regularmente y se puede relacionar con su área basal.
- 2) Cuantificación fenológica por árbol: Se estima el porcentaje del total del área de la copa de cada árbol y se puede utilizar una escala (0 = 0%, 1 = 1 – 20%, 2 = 21 – 40%, 3 = 41 – 60%, 4 = 61 – 80 %, 5 = 81 – 100%). Se recomienda que las estimaciones sean realizadas siempre por el mismo observador. El análisis de productividad es calculado mensualmente para cada árbol y se relaciona con su DAP.
- 3) Estimaciones de la Producción: algunas veces es necesario calcular cuántos frutos presenta un árbol. Por ejemplo, se pueden hacer estimaciones del promedio de frutos presentes en cinco cubos de 1 m<sup>3</sup> en la copa de cada árbol, multiplicado por el número de 1 m<sup>3</sup> en la copa de cada árbol, o por estimar frutos en cinco ramas y multiplicarlo por el número de ramas.

- 4) Senderos de frutos. Muchos frugívoros son terrestres y desde su punto de vista la cantidad de frutos caídos es más crítica que la abundancia de frutos en los árboles. Hay dos metodologías para estimar la abundancia de frutos en el suelo: los conteos de frutos en senderos son relativamente simples y muy eficientes debido a que un área grande puede ser muestreada rápidamente; una muestra de senderos se monitorea mensualmente. Las sendas son tratadas como franjas de 1 m de ancho donde todos los frutos son colectados, identificados y contados.
- 5) Trampas de frutos: la segunda metodología para evaluar la abundancia de frutos caídos es mediante recipientes suspendidos que colectan una muestra de los frutos que se caen, evitando el problema de que sean consumidos por frugívoros terrestres. Las trampas de frutos son revisadas regularmente, y los frutos colectados, identificados y contados. Es un método que emplea mucho tiempo.

#### Cobertura vertical de protección vs. depredadores

Cuando se requiere conocer que protección ofrece la vegetación a determinadas especies contra los depredadores, se puede utilizar el método descrito por Griffith y Youtie (1988), que consiste en colocar una regla de 2 m (en caso de hacerlo para venados) pintada cada 10 cm (blanco y negro alternado) y separando con una línea roja cada 0.50 m (se recomienda hacerlas con las reglas de madera de 1 m que se utilizan para las escuelas, pintándolas y uniéndolas con una bisagra). A una determinada distancia perpendicular al punto del transecto utilizado para hacer la caracterización del hábitat. Se recomienda a 10 m en vegetación más cerrada y a 15 m en matorrales xerófilos abiertos (Bello *et al.* 2001). Estas medidas pueden tomarse hacia los 4 puntos cardinales o solamente a cada lado del transecto. Las lecturas se harán considerando el porcentaje cubierto por la vegetación en cada sección (0.0 a 0.5 m, de 0.5–1.0 m, 1.0–1.5 m y de 1.5–2.0 m), ya que de esta forma se puede saber si existe buena protección para las crías (considerando la primera sección) o para los adultos (considerando las otras 3 secciones).

#### Estimación de la biomasa

Para determinar la cantidad de alimento disponible para los herbívoros se puede emplear la técnica de Pechanec y Pickford (1937), que consiste en un sistema de doble

muestreo en donde se hacen estimaciones del peso de las hojas y tallos tiernos de las distintas especies de plantas dentro de un área determinada (para pastos y herbáceas generalmente se utiliza un círculo de 1 m<sup>2</sup>, y para el caso de los venados, puede estimarse las especies arbustivas y arbóreas que entran dentro de un cilindro imaginario de 1.8 m de alto que sería el alcance de los venados levantados sobre sus patas traseras, véase Gallina 1993). Primeramente se deberá hacer un entrenamiento previo de cuanto pesan las distintas plantas (cortando sólo una rama, o un pedazo y pesándolo con un dinamómetro marca PESOLA®) y luego tratar de estimar lo que pesan todos los individuos de esa especie dentro del círculo, cortándolos y pesándolos. Se sugiere utilizar 10 círculos por transecto (colocados cada 40 m) y de éstos cortar sólo dos de ellos para sacar posteriormente el peso seco y utilizar un factor de corrección para que el método no sea tan destructivo (Cuadro 5; Gallina 1993, Higgins *et al.* 1996).

Este procedimiento de doble muestreo combina las estimaciones visuales con el corte de unas áreas únicamente. Estas submuestras se colocan en bolsa de

**CUADRO 12.4. RESUMEN DE LOS DATOS DEL MUESTREO DE CUADRANTES CENTRADOS EN PUNTOS**

FECHA \_\_\_\_\_ OBSERVADOR \_\_\_\_\_  
 LOCALIDAD \_\_\_\_\_  
 HÁBITAT \_\_\_\_\_  
 TRANSECTO \_\_\_\_\_ FACTOR \_\_\_\_\_

No. círculo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Estimación del peso fresco										
Peso seco obtenido										

Especies	Peso estimado									

papel pesando el peso fresco, y posteriormente se pondrán en una estufa a 100 °C por tres días para obtener el peso seco mediante la ecuación 21:

$$fr = (\Sigma ps / pfe) / \theta \quad \text{Ecuación 21}$$

donde  $fr$  es el factor de corrección,  $ps$  es el peso seco,  $pfe$  es el peso fresco estimado y  $\theta$  es el número de círculos o parcelas.

Con este factor de corrección se multiplicarán todas las estimaciones de peso fresco para obtener el peso seco de la biomasa disponible. Conociendo las especies de plantas importantes para la dieta de los venados (o cualquier otro herbívoro) se puede obtener el índice de preferencia de cada una de ellas, así como también se podrá estimar la capacidad de carga ( $K$ ) del hábitat para el venado (ind/ha), con la ecuación 22 (Gallina 1993):

$$k = (fv) (pv) / (cv) (tv) \quad \text{Ecuación 22}$$

donde  $fv$  es el factor de utilización del venado o proporción del forraje utilizado = 0.60,  $pv$  es la biomasa disponible como alimento para el venado (kg / ha),  $cv$  es el consumo total del venado = 63.56 kg / individuo / mes y  $tv$  es el tiempo de ramoneo = 12 meses.

## CLASIFICACIÓN DE LA VEGETACIÓN

Si el objetivo de un proyecto es determinar las asociaciones de hábitat con un grupo de fauna silvestre, como aves, en un área grande, por ejemplo de 40 000 ha, el área debe ser muestreada con suficiente intensidad de tal forma que todos los hábitats estén representados por lo menos en un transecto. Claro que las réplicas son importantes. Si este muestreo es al azar, entonces el número de transectos por hábitat será proporcional a su abundancia en el área de estudio. Todos los transectos deben tener la misma longitud y estar dispuestos en hábitats “homogéneos”.

## ANÁLISIS DE LA HETEROGENEIDAD ENTRE HÁBITATS

Aunque muchas diferencias entre dos hábitats pueden ser obvias para el observador, éstas deben ser cuantificadas. Entre los atributos medidos, algunos pueden

estar correlacionados, cuando la colinearidad existe entre las variables, no se puede determinar como cada variable puede estar asociada a la fauna sin la ayuda de la experimentación, o comparando datos de otras áreas donde las variables no estén confundidas. En tales situaciones, una especie o grupos de especies pueden estar significativamente asociadas con ambas variables, aunque en realidad una de las variables puede estar atrayendo a la especie y la otra no.

### MODELOS DE HÁBITAT

Son la base para todos los inventarios, manejo y monitoreo de hábitats. Un modelo de hábitat es un método donde se utilizan una serie de componentes o atributos para predecir algún atributo de una o varias poblaciones animales (Anderson y Gutzwiller 1994).

Los modelos pueden ser muy complejos debido a los componentes del hábitat considerados y atributos que pueden ser utilizados (ver Cuadro 1), la diversidad de atributos poblacionales que pueden ser predichos y las complicadas relaciones entre ellos. Para entender y categorizar un modelo de hábitat se necesitan iden-

Componentes del hábitat	Características de la población
Cobertura	Presencia
Forraje o alimento	Abundancia
Otras	Densidad

tificar los componentes del hábitat que deben ser usados como predictores, los atributos de la población que serán predichos y el tipo de función utilizada para relacionarlos (los atributos del hábitat son análogos a las variables independientes en una ecuación de regresión) (Bramble y Byrnes 1979, Patton 1997).

Tipos de modelos (ecuaciones 23–26)

Aditivo simple	$HSI = (V1 + V2 + V3) / 3$	Ecuación 23
Aditivo con peso	$HSI = (2V1 + V2 + V3) / 4$	Ecuación 24
Multiplicativo	$HSI = (V1 + V2 + V3)^{1/3}$	Ecuación 25
Factor limitante	$HSI = MIN (V1, V2, V3)$	Ecuación 26

Ejemplos de variables en los tipos de modelos.

V1 = Índice de forrajeo

V2 = Índice para el terreno de escape

V3 = Índice de disponibilidad de agua

Nota: también los valores de estos índices van de 0 a 1.

Una vez que las variables del hábitat han sido seleccionadas, definidas y cuantificadas, se debe determinar la importancia relativa de cada una en relación a las otras.

- En el caso a) todas son igualmente importantes.
- En el caso b) algún factor puede ser considerado como más importante, por ejemplo el alimento.
- En el caso c) o d) si el agua es un factor limitante, y tiene un valor de 0, el valor total es 0.

#### Variables o atributos del hábitat para su evaluación

De acuerdo con Cooperrider (1986) las siguientes variables se deben considerar para llevar a cabo una adecuada evaluación del hábitat de alguna especie:

- Localización Geográfica. Es el más importante para predecir la ocurrencia de alguna o algunas especies de fauna. Así, la localización geográfica junto con el conocimiento de la distribución de la especie es adecuada para predecir la potencial presencia de una especie en el área.
- Vegetación. Es el siguiente componente más importante del hábitat. Tanto la estructura de la vegetación (fisionomía) como la composición de especies (florística) pueden determinar si un hábitat es adecuado o no para determinado animal. Se debe tener una idea clara que datos de vegetación pueden ser relevantes para determinada especie animal, así los modelos de hábitat son los mecanismos para utilizar los datos de vegetación para hacer predicciones acerca de cierta población animal.
- *Vegetación muerta*. Cada vez se vuelven más importantes para los manejadores los distintos tipos de vegetación muerta como troncos

en pie o caídos, litter o mantillo, tocones, sin embargo son difíciles de cuantificar.

- *Estructuras físicas.* Son importantes tanto para sistemas acuáticos como terrestres.
- *Agua.* Mucha fauna silvestre necesita de agua libre, por lo tanto es un componente importante. Puede ser expresado como la distancia a fuentes de agua libre, densidad de manantiales o ciénagas. Las propiedades del agua como turbiedad, temperatura, pH, etc. pueden ser importantes para determinados animales como anfibios u otras especies acuáticas (los macroinvertebrados pueden ser utilizados como indicadores de la calidad del agua).
- *Suplemento alimenticio.* El alimento es un factor importante en determinar la presencia, ausencia o abundancia de especies de fauna silvestre, que generalmente debe ser incorporado en un modelo, ya sea implícita o explícitamente. Cuando un animal está asociado a determinado tipo de vegetación o tipo de cobertura, o a un estrato de la vegetación, el modelo puede asumir que el tipo de vegetación le provee un adecuado suplemento alimenticio. En el otro extremo, el alimento puede ser tan importante para algunas especies que debe medirse o estimarse, por ejemplo para grandes herbívoros (estimar la capacidad de carga), o para depredadores (densidad y abundancia de presas).
- *Presencia, ausencia o abundancia de competidores.* La presencia de competidores rara vez se incluye en los modelos, aunque se reconoce que es un factor que puede afectar la distribución y abundancia de las especies animales.
- *Presencia, ausencia o abundancia de depredadores.* Generalmente no se consideran en modelos cuantitativos del hábitat. Los biólogos no se ponen de acuerdo acerca del papel y mecanismo de la depredación para limitar las poblaciones animales. Sin embargo, hay casos que pueden estar limitando una población, entonces deberá incluirse como un factor del hábitat en el modelo.
- *Presencia, ausencia o abundancia de parásitos o enfermedades.* Al igual que los dos anteriores, rara vez son incluidos en los modelos. Sin embargo, el papel de éstos para limitar poblaciones animales está bien documentado en muchas especies. Generalmente el impacto de parásitos o enfermedades está a menudo correlacionado con, y no la causa de, un cambio en las condiciones físicas del hábitat.



- *Presencia, ausencia o abundancia de disturbios humanos.* Incluye una amplia variedad de factores como ruido, carreteras, construcciones, etc. El disturbio puede ser considerado en el modelo como presente o ausente. Un problema es determinar el efecto de un determinado grado de perturbación sobre una población de fauna silvestre.
- *Presencia, ausencia o intensidad de cacería o cosecha.* Aunque generalmente no se considera un factor del hábitat, en el contexto de modelos de hábitat, es útil considerarlo, ya que es obvio que puede limitar una población animal. Su impacto puede estar interrelacionado con factores físicos y de vegetación, como cantidad o calidad de la cobertura.
- *Tiempo y clima.* El tiempo es el estado de la atmósfera y el clima se refiere a las características de las condiciones atmosféricas de una región. “Clima es lo que esperas y tiempo es lo que tienes”. Este último es el que más influencia tiene sobre muchas poblaciones animales, aunque no se incluye explícitamente en los modelos de hábitat, sin embargo se reconoce su influencia que afecta la abundancia de los animales de muchas maneras, y bajo condiciones extremas puede rebasar la importancia de todas las variables del hábitat.
- *Ocurrencia histórica.* Generalmente no es considerada como un componente del hábitat, pero puede ser una característica relevante del hábitat. Si una especie animal ha sido registrada en un área en tiempos históricos, puede ser una excelente evidencia de que la especie puede o está presente. Claro que entre menor sea ese tiempo histórico la probabilidad de ocurrencia será mayor. Esto es importante para reintroducciones.

Uno de los más difíciles problemas de combinar los atributos del hábitat es tomar en cuenta el arreglo espacial de los componentes del hábitat. Se sabe que la interspersión y la yuxtaposición de las estructuras del hábitat pueden ser muy importantes para los animales y el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para analizar esta relación es una buena herramienta.

### ANÁLISIS DE MOSAICOS DE HÁBITAT

Para analizar la estructura espacial de los hábitats existen diversos criterios (Ojasti 2000):

*Efecto de borde.* La transición entre dos tipos de hábitat se conoce como ecotono o faja de transición y puede tener un impacto ecológico sobre las po-

blaciones animales. El ecotono ofrece un parche distinto y a veces más idóneo para ciertas especies que los tipos de hábitats colindantes, y en otras ocasiones puede actuar como una especie de barrera por la alteración del microclima y la vegetación. Depende del tamaño y forma de los parches y puede expresarse por la razón “km de borde/km<sup>2</sup> de terreno”. Según Patton (1997) puede ser cuantificado relacionándolo con el área o superficie. La figura geométrica que posee la mayor área y el menor perímetro es el círculo. Si la proporción circunferencia/área se le da un valor de 1, se puede derivar una fórmula para obtener un índice para muchas áreas para comparar con un círculo. Un valor mayor a 1 es una medida de irregularidad y puede ser usado como un índice de diversidad (ID). Las ecuaciones 27 y 28 muestran el procedimiento de cálculo:

$$I = (C) / (2) (A * n)^{0.5} \quad \text{Ecuación 27}$$

donde C es la circunferencia, A es el área y n es =3.1416.

La fórmula para el índice de diversidad es:

$$ID = (TP) / (2) (A * n)^{0.5} \quad \text{Ecuación 28}$$

donde TP es el perímetro total alrededor del área. Por ejemplo el perímetro de un cuadrado de 1 ha da por resultado ID=1.13, lo que significa que el borde tiene 0.13 veces más que un círculo de 1 ha, es decir un 13% más (Patton 1997).

*Entremezcla.* Se refiere al arreglo espacial y tamaño de diferentes tipos de parches, que puede variar de uno o pocos bloques grandes de cada tipo (baja entremezcla) hasta muchos parches pequeños distribuidos de una manera uniforme o azarosa (alto nivel de entremezcla). Esta última condición puede favorecer ciertas especies. Una técnica es digitalizar el mapa y cuadricularlo (el tamaño del cuadro o pixel se determinará de acuerdo a la superficie de estudio y extensión promedio de los parches). El tipo predominante de hábitat en cada cuadro o pixel está en contacto con 8 adyacentes. Para cada cuadro se estima un índice de entremezcla que varía de 0 a 1, dividiendo entre 8 el número de cuadros colindantes que presentan un tipo de hábitat distinto del cuadro central. El promedio de estos índices cuantifica la entremezcla global de la unidad (Heinen y Cross 1983, Ojasti 2000).

*Yuxtaposición.* Se define como la proximidad de diferentes tipos de hábitats que una especie requiere durante el ciclo anual y evalúa la idoneidad del hábitat

para una determinada población discriminando los tipos de hábitat que ésta requiere. Una forma empírica para cuantificar la yuxtaposición es localizar en el mapa de hábitats los sitios donde un círculo proporcional al tamaño del área de actividad de los individuos de la población encierra los tipos de hábitats claves para una especie. El método de entremezcla permite calcular también el índice de yuxtaposición, como la sumatoria de la cantidad y calidad de diferentes tipos de cambios de hábitat respecto al cuadro central, dividida entre 12, para que el índice varíe de 0 a 1.

## EVALUACIÓN E INTERPRETACIÓN

Según Gysel y Lyon (1980) los biólogos frecuentemente presentan a un “manejador” una lista de especies presentes en el hábitat, coeficientes de correlación pruebas de “t”, y otras pruebas estadísticas, y esperan que el manejador que entienda como están relacionadas con las decisiones de manejo de la tierra que tiene que hacer. El “manejador” generalmente no entiende, entonces el biólogo no está haciendo su trabajo completo. Un biólogo tiene la tarea de explicar el significado de los datos, sugerir las implicaciones que tienen sus resultados, ser cauteloso acerca de la potencial debilidad de sus datos y explicar la significancia de los impactos anticipados sobre los recursos. La interpretación y evaluación es una de las tareas más importantes y retadoras de un profesionista.

Un biólogo “manejador” debe también coleccionar los datos cuidadosa y sistemáticamente, sin embargo debe operar de manera diferente. Generalmente un manejador quiere predicciones acerca del futuro. Rara vez el biólogo tiene suficientes datos para predecir de manera científica que pasará en un área. Un científico puede esperar hasta tener resultados concluyentes, un “manejador de recursos” no. Los “manejadores” deben constantemente tratar con valores, y las decisiones deben hacerse la mayoría de las veces con datos “suaves”. Puede tener buenos datos para un factor de decisión pero sólo una opinión o datos limitados para otros factores.

La interpretación ha sido definida como “la explicación o dar el significado del presente en términos entendibles” (Merriam–Webster 1983 cit. Gysel y Lyon 1980). Una vez que los datos son coleccionados, organizados, medidos a la computadora, procesados y “masajeados” de diferentes maneras, y los resultados se imprimen, la información obtenida debe ser explicada. Observaciones casuales en el campo o pláticas con otras personas en el campo, especialistas en otras discipli-

nas, y otros investigadores familiares con el área o el problema, así como la misma experiencia, son fuentes valiosas de información. Todas estas fuentes pueden ser utilizadas para explicar al público, al manejador o a los tomadores de decisiones lo que significan los datos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, B.W. y R.D. Ohmart. 1986. Vegetation. Pp. 639–660. En: Cooperrider, A.Y., R.J. Boyd y H.R. Stuart (eds.). 1986. *Inventory and monitoring of wildlife habitat*. U.S. Department of the Interior, Bureau of Land Management, Service Center, Denver, Colorado.
- Anderson, S.H. y K.J. Gutzwiller. 1994. Habitat evaluation methods. Pp.592–606. En: Bookhout, T.A. (ed.). *Research and management techniques for wildlife and habitats* (5a. ed.). The Wildlife Society, Bethesda, Maryland.
- Bello, J., S. Gallina y M. Equihua. 2001. Characterization and habitat preferences by white-tailed deer in Mexico. *Journal of Range Management* 54:537–545.
- Bramble, W.C. y W.R. Byrnes. 1979. Evaluation of the wildlife habitat values of right-of-way. *Journal of Wildlife Management* 43:642–649.
- Brower, J.E., J.H. Zar y C.N. Von Ende. 1995. *Field and laboratory methods for general ecology* (3a. ed.). Wm.C. Brown, Dubuque, Iowa.
- Cooperrider, A. 1986. Terrestrial physical features. Pp. 587–638. En: Cooperrider, A.T., R.J. Boyd y H.R. Stuart (eds.). *Inventory and monitoring of wildlife habitat*. United States Department of the Interior, Bureau of Land Management Service Center, Denver, Colorado.
- Gallina, S. 1993. Biomasa disponible y capacidad de carga para el venado y el ganado en la Reserva La Michilía, Durango. Pp. 437–453. En: Medellín, R.A. y G. Ceballos (eds.). *Avances en el estudio de los mamíferos de México*. Publicaciones Especiales Vol. I. Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C., México.
- Griffith, B. y B.A. Youtie. 1988. Two devices for estimating forage density and deer hiding cover. *Wildlife Society Bulletin* 16:206–210.
- Gysel, L.W. y L.J. Lyon. 1980. Habitat analysis and evaluation. Pp. 305–327. En: Schemnitz, S.D. (ed.). *Wildlife management techniques manual* (4a. ed.). The Wildlife Society, Washington, D.C.
- Heinen, J. y G.H. Cross. 1983. An approach to measure interspersion, juxtaposition and spatial diversity for cover type maps. *Wildlife Society Bulletin* 11:232–237.
- Higgins, K.F., J.L. Oldemeyer, K.J. Jenkins, G.K. Clambey y R.F. Harlow. 1996. Vegetation sampling and measurement. Pp. 567–591. En: Bookhout, T.A. (ed.). *Research and ma-*

- management techniques for wildlife and habitats* (5a. ed.). The Wildlife Society, Bethesda, Maryland.
- Korschgen, L.J. 1980. Procedures for food habit analyses. Pp. 113–127. En: Schemnitz, S.D. (ed.). *Wildlife management techniques manual* (4a. ed.). The Wildlife Society, Washington, D.C.
- Lechowicz, M.J. 1982. The sampling characteristics of electivity indices. *Oecologia* 52:22–30.
- Morrison, M.L., B.G. Marcot y R.W. Mannan. 1992. *Wildlife habitat relationships*. The University of Wisconsin Press.
- Mueller–Dombois, D. y H. Ellenberg. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley & Sons, New York.
- Ojasti, J. y F. Dallmeier (eds.). 2000. *Manejo de fauna silvestre neotropical*. SI/MAB Series # 5. Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program, Washington, D.C.
- Painter, L., D. Rumiz, D. Guinart, R. Wallace, B. Flores y W. Townsend. 1999. *Técnicas de investigación para el manejo de Fauna Silvestre*. Documento Técnico 82/1999. USAID/Bolivia.
- Patton, D.R. 1997. *Wildlife habitat relationships in forested ecosystems*. Timber Press, Oregon.
- Pechanec, J.K. y G.D. Pickford. 1937. A weight estimate methods for determination of range of pasture production. *Journal of American Society of Agronomy* 29:894–904.

