

64  
2ej.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

BIOLOGIA



BIBLIOTECA  
INSTITUTO DE ECOLOGIA

UNAM

**ANALISIS COMPARATIVO DE  
DIVERSOS METODOS PARA CENSAR  
POBLACIONES DE AVES.**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**BIOLOGO**

P r e s e n t a :

**Victor Javier García Valdovino.**

000 2135 82

México, D.F.

1994





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

**M. EN C. VIRGINIA ABRIN BATULE**

Jefe de la División de Estudios Profesionales

Facultad de Ciencias

Presente

Los abajo firmantes, comunicamos a Usted, que habiendo revisado el trabajo de Tesis que realiz(ó)ron el pasante(s) de Biología

Victor Javier García Valdovino,

con número de cuenta 8852714-1 con el Título: \_\_\_\_\_

ANALISIS COMPARATIVO DE DIVERSOS METODOS PARA CENSAR

POBLACIONES DE AVES.

Otorgamos nuestro **Voto Aprobatorio** y consideramos que a la brevedad deberá presentar su Examen Profesional para obtener el título de BIOLOGO

GRADO	NOMBRE(S), APELLIDOS COMPLETOS	FIRMA
M. en C.	Graciela Gómez Alvarez	<i>Graciela Gómez</i>
Director de Tesis Biol.	Sabel Rene Reyes Gómez	<i>Sabel Rene Reyes Gómez</i>
Biol.	Noemi Chavez Castañeda	<i>Noemi Ch. C.</i>
Biol.	Rosa Martha Ortega Lojero	<i>Rosa Martha Ortega</i>
Suplente Biol.	Oscar Gustavo Retana Guíascon	<i>Oscar Gustavo Retana</i>
Suplente		

**Este trabajo esta dedicado a todas aquellas personas que confiaron en mi y que con su apoyo lograron despertar la motivación para alcanzar esta meta, pero muy en especial a:**

El mejor amigo de mi vida, por su apoyo, su confianza, su entusiasmo y su ejemplo para con la vida, a ese ser humano tan diferente, Mi padre.

A mis hermanas y mi madre, por sus estímulos en mi carrera y en especial a mi hermana Isela García, ya que aunque esta lejos siempre estuvo junto a mi.

A mi madre y padre adoptivos por todo lo que me dieron y enseñaron, así como por toda su ayuda.

A la mujer que me ha servido de ejemplo a lo largo de estos años, que a luchado por hacerme feliz, que ha dedicado cada instante a nuestra relación y de la cual estoy tan orgulloso pues al mismo tiempo me alimenta a seguir adelante en cada parte de mi vida, gracias Biól. Claudia Moreno García.

A cada una de las personas de mi familia que siempre me apoyaron y que de alguna forma son parte de mi.

A la M. en C. Graciela Gómez Alvarez, por su paciencia, su confianza y su ayuda, así como por la oportunidad de formar parte de su equipo de trabajo.

A mi gran amigo y maestro Biól. Sabel Reyes Gómez, por todo aquello que me enseñó y que hoy nos une.



## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer sinceramente a todas aquellas personas que con su apoyo y ayuda contribuyeron a la realización de este trabajo.

A la M. en C. Graciela Gómez Alvarez, por su dirección y conocimiento para con este trabajo.

A la Biól. Noemí Chávez Castañeda, al Biól. Sabel Rene Reyes Gómez, a la Biól. Rosa Martha Ortega y al Biól. Oscar Gustavo Retana Guiascon, por sus aportaciones y sugerencias al presente trabajo.

Al M. en C. Rito Terán Olguín, por su colaboración y sugerencias en la redacción del presente.

A la Biól. Claudia Moreno García, por su confianza y apoyo, tan importantes para la culminación de este trabajo, pero sobre todo por ser la mujer que siempre soñé.

A la Biól. Gabriela Licona Martínez, por su gran amistad y cariño.

A Margarita Silva y Maria Luisa por su amistad a lo largo de cuatro años de estudio.

Al Biól. Gerardo García Martínez, por su ayuda y conocimiento en el trabajo de campo.

A la Biól. Ma. Elena Monroy M., por sus sabios consejos y amistad.

Al Biól. Sabel Rene Reyes Gómez, por su apoyo, amistad y conocimiento, tan importante para este trabajo.

Al equipo de trabajo del Laboratorio de Vertebrados Terrestres, de la Fac. de Ciencias, UNAM., integrado por Verónica Corona Torres, Concepción Ramirez Olivos, Irma Sofía Salinas Hernandez, Ana Margarita Díaz de Sandy, Gerardo Waldemar Díaz Camacho, Jorge Shizuru L., al Biól. Gerardo García, y a la Biól. Ma. Elena Monroy.

Al Laboratorio de vertebrados Terrestres, Fac. de Ciencias, UNAM., en especial al Coordinador Biól. Carlos Juárez López, por todas las facilidades brindadas para la elaboración del presente.

A cada uno de mis amigos los trabajadores de la UNAM, tanto los de intendencia, los de vigilancia, los de impresión, los laboratoristas, las oficinistas, los administrativos en general, los mecánicos y electricistas, y tantos otros, que me resulta difícil enlistarlos por miedo a suprimir algún nombre, y que siempre me tendieron la mano a lo largo de mi carrera y en la elaboración de este trabajo, pues sin su ayuda mucho de lo que logre hasta hoy sería muy difícil tener.

## CONTENIDO

RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	3
Antecedentes.....	4
Reseña Historica.....	6
Métodos para censar.....	9
Factores o efectos a considedarse.....	20
OBJETIVOS.....	23
General.....	23
Particular.....	23
AREA DE ESTUDIO.....	24
ANTECEDENTES DEL AREA DE ESTUDIO.....	30
METODO.....	33
RESULTADOS.....	40
DISCUSION.....	56
CONCLUSIONES.....	63
LITERATURA CITADA.....	65
APENDICE.....	70
Abreviaruras de las especies registradas.....	71
Mapeos realizados.....	72

## RESUMEN

En el presente estudio, se desarrollaron y compararon cuatro métodos diferentes para censar aves en un gradiente altitudinal en el Parque Nacional Malinche, en el estado de Tlaxcala. Las zonas de trabajo comprendieron al ecotono, (una zona de transición entre el cultivo generalmente maíz y el bosque de pino); la zona de bosque de pino y el bosque de pino-aile.

Durante 1993 y principios de 1994 se valoró la riqueza específica como la densidad de población de las aves en cada una de las zonas de estudio utilizando los métodos de mapeo de individuos (Williams 1936), transecto lineal de amplitud fija (Hayne 1945), transecto lineal de amplitud variable (Emlen 1971) y parcela circular variable (Reynolds et al. 1980). El muestreo de las tres zonas de estudio se realizó en las estaciones de verano, otoño e invierno.

Basados en los resultados obtenidos se discutieron y analizaron las ventajas y las desventajas de cada uno de los métodos.

Los resultados mostraron que el método de transecto lineal de amplitud variable fue, en las tres zonas de estudio como en las tres estaciones del año muestreadas, quien presentó los valores más altos de densidad total cubriendo además una amplia área de muestreo en relación con los otros tres métodos.

Por otra parte, el método de transecto lineal de amplitud fija fue completamente opuesto al anterior ya que este presentó los

valores más bajos de densidad total en cada una de las zonas de trabajo durante el mismo período de estudio; mientras que los métodos de mapeo y parcela circular se comportaron más o menos similares mostrando valores intermedios durante el verano, otoño e invierno. Dichos resultados no mostraron una relación entre la densidad y la riqueza de especies con el tiempo y la superficie del área muestreada.

En lo que a riqueza de especies se refiere, el método de transecto lineal siempre presentó los valores más altos de riqueza, seguido del método de parcela circular variable, mientras que el método de mapeo siempre mostró los valores de riqueza menores.

De las tres zonas muestreadas, el ecotono mostró a lo largo del año una mayor riqueza de especies, mientras que la zona de bosque de pino-aile ocupó el segundo sitio y el bosque de pino se ubicó en tercer término.

**ANALISIS COMPARATIVO DE DIVERSOS METODOS PARA CENSAR  
POBLACIONES DE AVES.**

**INTRODUCCION**

La mayor parte de los patrones que se observan en las comunidades, estan estrechamente relacionados de alguna manera con la abundancia relativa de las especies animales y vegetales, por lo tanto, los métodos utilizados para evaluar dicha abundancia son esenciales (Hutchinson 1981).

Los ecólogos que estudian a las aves se han esforzado en desarrollar técnicas que minimicen las fuentes de variación, debido a que los censos generalmente contienen errores más significativos en comparación con otras medidas científicas (Mayfield 1981).

Los métodos para contar aves, por consiguiente, involucran no sólo el número de individuos de cada especie, sino además una serie de variables particulares de cada población en relación al habitat.

Una evaluación de la magnitud de los errores, se puede obtener comparando los resultados de censos realizados mediante diferentes procedimientos, con el fin de discutir sus ventajas y desventajas.

En el presente trabajo se comparan y discuten cuatro métodos tradicionalmente usados para censar aves: el método de mapeo desarrollado por Williams (1936); el de transecto lineal de amplitud fija, según Hayne (1949); el de transecto lineal de

amplitud variable de Emlen (1971) y el de parcela circular variable propuesto por Reynolds et al. (1980).

### **Antecedentes**

Muchos autores han realizado distintos métodos para censar aves en una gran variedad de habitats, discutiendo su grado de exactitud. Franzreb (1981) por ejemplo, censó a las aves en un bosque mixto de coníferas de Arizona mediante los métodos de mapeo, transecto lineal de amplitud fija y de amplitud variable, obteniendo diferentes densidades para las mismas especies, y observando una densidad total considerablemente más baja para el método de transecto lineal de amplitud fija, así como menor número de especies detectadas. Por otro lado, Telleria y Garza (1981) en bosques de roble, encontraron que el método de transecto lineal de amplitud fija registró el 66% de las especies presentes y el 88% del total de individuos. DeSante (1986), comparó las estimaciones obtenidas por el método de parcela circular y mapeo de territorios por medio de la detección de nidos activos, concluyendo que la exactitud del método de parcela circular es escasa para especies con baja densidad de población, con amplios territorios, gran movilidad, vocalización ventriloquial y que ocupan habitats complejos.

El nivel de exactitud de los diversos métodos parece diferir de acuerdo a las especies y a los habitats. DeSante (1981), utilizó el método de parcela circular en habitats homogéneos de chaparral costero en California, encontrando en la densidad de aves un error

mucho menor que el evaluado por él mismo en 1986. De igual forma el mismo método condujo a estimaciones con un grado mayor de precisión en habitats desérticos de Arizona (Szaro y Jakle 1982) y en bosques de roble-nogal en el Sur de Carolina (Hamel 1984).

El incremento en exactitud que se obtiene utilizando censos basados en el mapeo, marcaje con colores en individuos o registro de nidos, conlleva a un esfuerzo considerable, así como a un alto costo y amplia duración (Wiens 1989).

Hamel (1984), por ejemplo, concluyó que el método de parcela circular variable provee estimaciones comparables en exactitud con aquellas obtenidas mediante mapeo en un 20% del tiempo. Por otro lado, Raphael (1984), discute que conteos simples realizados en parcelas circulares pueden conducir a una buena estimación comparable con la obtenida por métodos más complejos, (e.g. el de Emlen 1971) basados en la detectabilidad de las especies. Además Raphael en ese mismo año, establece, basado en el método de captura recaptura con ayuda de anillos metálicos, la edad estandar y territorios por parejas de las aves del bosque al noreste de California, concluyendo que este método resulta difícil de aplicarse en áreas con vegetación muy cerrada y en aves con amplios territorios, pero que sin embargo, se puede utilizar la radio localización en estos casos.

Los diferentes métodos de censado pueden emplearse para registrar individuos de la misma especie, diferente especie e inclusive para aquellos considerados como migratorios; estos pueden emplearse a lo largo del año, tomando en cuenta algunas variables



como pueden ser tanto la estación de reproducción y crianza, la vegetación del área, ya que el tipo y volumen de la misma se relacionan con el número de aves que posiblemente son observadas a diferentes alturas (Davis 1942).

### **Reseña Histórica**

Quizá debido a la conducta y hábitos de las aves, por lo general diurnos y conspicuos, es que se han realizado gran cantidad de estudios sobre estos vertebrados. Ya desde principios de siglo, los investigadores (e.g. Forbes 1907) efectuaban registros de todos los individuos para evaluar sus poblaciones. Sin embargo, es a partir de los treinta que se realizan estudios que marcan el inicio de una serie de trabajos muy importantes, encaminados a la evaluación de las poblaciones de aves, desarrollando diversas técnicas.

Lincoln (1930), trabajó con un interesante método para la estimación del número total de patos silvestres en el Norte de Estados Unidos. Él observó que una variable importante era la alta tasa de mortalidad de anátidos por la acción de los cazadores. Este autor, obtuvo el total de individuos considerando: el número de individuos por bandada, el número de patos muertos durante la cacería y el número de individuos existentes antes de la siguiente temporada de cacería. Dicha observación se realizó ubicando a las aves a lo largo y ancho de un mapeo de la zona, sin embargo, este método sólo pudo aplicarse a pequeñas áreas y no siempre todas las bandadas se pudieron considerar.

Fisher y Verver (1939), emplearon un método nuevo que consistía en determinar la relación entre el número de aves en descanso por unidad de tiempo así como el número de anidaciones, con lo que fue posible abarcar áreas más grandes en mucho menor tiempo. Este método fue utilizado por muchos otros como Lockely y Salmon (1936), quienes además añadieron algunas técnicas como el uso de la fotografía en sus trabajos en algunas islas.

Williams (1936), publicó un trabajo en el que refiere un método de mapeo de nidos o zonas de anidación, que consistía en ubicar en un área determinada en un mapa, cada nido encontrado con huevos o sitio de observación de parejas anidando.

Asimismo, durante este período se dieron a conocer inovaciones en los trabajos para censar aves, utilizando incluso tecnología moderna como automóviles, lentes de acercamiento y en otros casos, trampas y perros de cacería como lo menciona Errington y Hanerstrom (1936).

Allen (1938) y Lay (1940), por ejemplo, usaron largas filas de hombres y perros a su servicio logrando contar la población completa de faisanes en un área de 1200 acres, al peinar completamente la zona en línea recta.

En la década de los cuarentas, los trabajos resultaron muy complicados y costosos, pero más aún inexactos debido al empleo de un gran número de observadores que se involucraban. Glading (1941), describe la efectividad de su método reduciendo costo y área de muestreo con respecto al método de Allen (1938) y Lay (1940), utilizando sólo tres hombres en un área de 200 pies por hombre,

cubriendo bajo óptimas condiciones un total de 750 acres con una efectividad de 90%. El trabajo de Kendeigh (1944), que trata acerca de las estimaciones de las poblaciones de aves, representó un gran aporte. En dicha obra se resumen los reportes y publicaciones que hasta ese momento se tenían registrados. Pero su contribución más relevante fue el análisis de la técnica para censar aves a lo largo de una franja de terreno (Strip census). Este procedimiento, utilizado al parecer desde principios de siglo por algunos investigadores (e.g. Forbes 1907, Forbes y Gross 1921), consiste en el registro de aves, que son detectadas en una franja de ancho y longitud determinada que es recorrida por un observador. Hasta ese momento, sin embargo, la abundancia relativa era presentada como individuos observados por recorrido o por unidad de tiempo (horas).

Durante los cincuentas y los sesentas los trabajos sobre censado y registro de aves presentaban modificaciones de muchos métodos antes utilizados, tratando de aportar formas más simples para evaluar a las poblaciones. Tal es el caso de trabajos como el de Enemar (1959), con su estudio sobre la determinación de la medida y composición de las poblaciones de paseriformes durante la estación de anidación; donde establece la posibilidad de que basados en el registro de los cantos de las aves y su frecuencia, es posible considerar los territorios ocupados por los machos.

Posteriormente, Emlen (1971), discutiendo seis métodos, derivados del mapeo y del censo en franja, propuso la evaluación de la densidad de población de aves a lo largo de un transecto lineal,

calculando un coeficiente de detectabilidad para cada especie observada, tomando en cuenta los individuos que se registran en la banda más cercana al observador con respecto al total observado durante el censo.

Reynolds *et al.* (1980), en un análisis de las ventajas y desventajas de las técnicas existentes para censar aves, propuso un método para contar aves en un círculo de radio X, por un observador estático, en un cierto período de tiempo. Este procedimiento se conoce como método de parcela circular variable (variable circular-plot method) y ha sido recientemente usado en estudios realizados especialmente en bosques mixtos de coníferas.

#### **Métodos para censar aves**

Los diversos métodos para contar aves involucran un área determinada y por lo regular de dimensiones establecidas. En dichas áreas se puede realizar un cómputo mediante la detección directa de los individuos vistos u oídos, o bien de manera indirecta a través de sus nidos o territorios establecidos. Los diferentes métodos pueden emplearse para evaluar la densidad de población de la totalidad de especies que conforman una comunidad; censando a los individuos por separado o por parejas y expresando la abundancia como el número de aves adultas o subadultas por unidad de área (Davis 1942).

En estudios sobre ecología de comunidades de aves, suele considerarse durante un censo, datos referentes al forrajeo de los individuos, tales como conducta y sitio de forrajeo. Estos

registros son útiles para analizar la organización de la comunidad de aves en relación con el aprovechamiento del recurso por las especies.

Las diferencias en la interpretación, utilizando cualquier método, dependen en muchos casos de: la habilidad del observador para estimar distancias, la destreza del mismo para la identificación de los individuos, experiencia en el manejo de la técnica, agudeza auditiva y atención dedicada.

Los distintos métodos para evaluar la densidad de población de aves asumen: que existe una distribución al azar de individuos en el área muestreada (o al menos con respecto al observador), que todos los individuos (de ambos sexos, tanto juveniles como adultos) tienen la misma probabilidad de ser detectados, que la detección de un individuo no influye sobre la de otro y que ningún individuo sea contado más de una vez (Burnham et al. 1980).

### **Método de mapeo**

El mapeo es eficiente para aves que muestran una marcada conducta territorial, y para aquellas cuyos cantos característicos se pueden registrar. No es recomendable para especies que cantan durante breve tiempo o las que suelen cantar en más de un territorio. Este método es el que consume más tiempo de los métodos utilizados para contar aves. Por esta razón, es inadecuado en estudios realizados en un intervalo de habitats o para tratamientos experimentales, tanto de control como de réplicas. No obstante, es útil cuando se desea saber la distribución de las aves en un determinado habitat.

Para llevar a cabo el mapeo, la localización de las áreas a muestrear dependerá de los objetivos de estudio. Dichas áreas, se recomienda que sean mapeadas a una escala 1:2500. En habitats con gran densidad de aves se recomienda una superficie de 10-20 has. que podrá cubrirse en una visita de 3-4 horas; mientras que en cultivos de 50-100 has. en un tiempo que dependerá del tipo de cultivo y de la vegetación circundante (Colin y Burgess 1992).

El resultado, utilizando el método de mapeo puede ser influenciado por el número de visitas del observador; siendo 10 visitas el número que se considera como estandar. Estas se deben realizar en las primeras horas de la mañana en cuanto la luz lo permita. Sin embargo, las visitas por las tardes pueden ser de utilidad.

La zona de muestreo se recorre lentamente, procurando que todas las aves detectadas puedan ser localizadas e identificadas. Las rutas y dirección pueden variar durante las diferentes visitas, de tal manera que no existe una tendencia a visitar tal o cual punto del área muestreada en un determinado momento. Los bosques pueden ser recorridos con un promedio de 5 ha por hora, mientras que los cultivos de 20 has. por hora (Colin y Burgess 1992).

Cada ave detectada es registrada en un mapa utilizando un código de especies preestablecido, utilizando por lo general, letras. Asimismo, la actividad de cada individuo debe ser anotada usando un código particular. Cuando es posible, el registro del sexo y la edad relativa es de gran utilidad. Existen diferentes métodos de mapeo: el mapeo de territorios (por medio de detección

de cantos de los machos), mapeo de zonas de anidación o nidos, y mapeo de individuos (Colin y Burgess 1992).

Basado en los criterios de los autores anteriores, las variaciones del método de mapeo tienen algunas características a considerar:

1. Limitaciones en la detección de especies, por lo que en muchas ocasiones es necesario una gran cantidad de censos para obtener mejores resultados y registrar el mayor número de especies. Esto necesariamente implica un esfuerzo de muestreo mucho mayor, por lo que este método es recomendable para el estudio de especies en particular, para aquellas que se encuentran en época de reproducción, y no siempre para todas las de la comunidad.

2. Es usual el uso de cintas con cantos de aves previamente grabados, que se ponen a funcionar en las zonas de estudio con el fin de evocar a los individuos para obtener respuesta. Las aves, por simple audición, por competencia de territorios o delimitación de los mismos pueden cantar y de esta forma podrán ser detectadas y mapeadas. Se debe considerar que muchas aves migratorias solo cantan durante la estación de anidación lo que resulta una variante.

3. El registro de nidos, aunque es un método confiable presenta algunas desventajas, ya que muchas especies pueden elaborar nidos semejantes y se puede prestar a confusión, sin embargo, cuando se presentan especies cuyos cantos son suaves o de baja intensidad, la ubicación de los nidos resulta la base para obtener la localización de estas especies.

4. Cuando se utiliza el marcaje de los individuos, sus territorios pueden ser dibujados gracias a la ubicación y desplazamiento de cada una de las aves marcadas. Las aves deben ser capturadas y posteriormente marcadas con anillos o pintura de colores brillantes cuyo fin es que sean detectadas aún entre el follaje. Sin embargo, el capturar y marcar representa un alto esfuerzo, además el marcaje debe ser fácilmente visible y perdurar el tiempo necesario. Por otro lado, en muchos casos se puede dificultar el seguimiento de las aves que se encuentren anidando (Colin y Burgess 1992).

Por lo anterior, la evaluación de la densidad utilizando el método de mapeo dependerá para su exactitud de la experiencia del observador, ya que los límites del área se establecen basándose fundamentalmente en el tipo de vegetación característica, claros y geografía de la zona; de tal forma que los puntos para establecer las estaciones están determinados por el hábitat estudiado, ya que en muchos casos dicha vegetación dificulta la observación y el registro de las aves; por tanto, las distancias entre estaciones dependerá en gran parte de que tan fácil son descubiertas y ubicadas las aves entre la vegetación (O'Connor 1981) y (O'Connor y Fuller 1985). Se recomienda utilizar de 10 a 20 minutos por cada estación seguido de uno a dos minutos de descanso, lo cual favorece el restablecimiento del equilibrio de la actividad en las aves; para hábitats muy abiertos un tiempo menor por estación será suficiente (Scott et al. 1986).

Asimismo, el método de mapeo requiere que el censo se realice



de preferencia durante la estación de crianza pues de esta forma se obtienen mejores resultados con un mínimo de esfuerzo (Williams 1936 y Kendeigh 1944).

Según Colin y Burgess (1992), para llevar a cabo el método de mapeo se deben tener presentes las siguientes consideraciones:

- a. El método conlleva un tiempo considerable en el campo y en el análisis de los resultados.
- b. Ningún otro método ofrece la elaboración de un mapa de distribución de las aves.
- c. El mapeo, combinado con marcaje de colores y registro de nidos puede proveer una buena estimación absoluta.
- d. Los registros simultáneos son la clave para realizar un buen mapeo.

#### **Método de transecto lineal o censo en franja (line transect o strip census).**

Es el método de estimación de la población, que consiste en contar a las aves que son detectadas por una persona que camina a través de un transecto lineal establecido.

La idea de caminar y registrar todas las aves detectadas, es atractivo por su aparente simplicidad. Debido a la movilidad del observador, es posible cubrir más extensión que por otro método más elaborado. En este procedimiento, la longitud del transecto se establece por el observador aunado a lo permisible del área de estudio, es decir, cuando los habitats son complejos, por lo

general, se utiliza una longitud del transecto que puede ser de 100 a 300 metros, mientras que en habitats más simples, se puede emplear hasta más de un kilómetro; pero ello dependerá de las necesidades del observador. Durante el recorrido se registran todas las aves vistas u oídas, detectadas a ambos lados del punto de observación, registrando, con la mayor exactitud posible, las distancias a las que son ubicadas. La amplitud o distancia considerada de cada lado del transecto hasta la cual las aves son incluidas en el censo, dependerá de las especies a estudiar y mucho más aún del tipo de habitat.

Para evitar contar dos veces a un individuo, los transectos necesariamente deben trazarse espaciadamente (en áreas de vegetación densa de 150-500 m, en áreas abiertas de 250-500 m por lo menos). Por consiguiente, el método no es recomendable en áreas pequeñas (Colin y Burgess 1992).

Los transectos son seleccionados de acuerdo a los objetivos de estudio, pero usualmente se eligen por su accesibilidad. Sin embargo, existe un riesgo de sesgo resultado de la selección de rutas de fácil acceso. Un ejemplo de lo anterior, es la costumbre de caminar por las orillas de los cultivos, que puede originar errores en la estimación, ya que las aves por lo regular evitan estos espacios.

Para una estimación adecuada, son necesarios aproximadamente datos de 40 registros de una especie (Colin y Burgess 1992). Los recorridos de un kilómetro o más son recomendables, debido a que de éstos se obtiene un mayor número de datos que de rutas menores.

Es preferible de alguna forma, en lugar de realizar censos en los mismos transectos, utilizar el tiempo en recorrer otros distintos.

La velocidad para caminar en los recorridos, depende del número de aves presentes, y de las dificultades para registrarlas. En habitats abiertos, es razonable una velocidad de 2 kilómetros por hora, mientras que en áreas con dificultad para registrar a las aves, se recomienda un kilómetro por hora. Debido a que la detección e identificación de las aves mientras se camina, está en relación con la habilidad del observador, la evaluación es muy susceptible de sesgo dependiendo de la experiencia.

Se han sugerido más de una docena de variantes para evaluar la densidad de población utilizando un recorrido en un transecto lineal (Burnham et al. 1980). Algunos utilizan los ángulos de las observaciones realizadas desde el transecto al ave (Verner 1985); otros usan la distancia perpendicular del animal observado al transecto y algunos emplean la distancia radial del ave detectada al observador.

Según Hayne (1949), este método es mucho más rápido y exacto que el de mapeo ya que una sola persona puede censar varios transectos en menos tiempo durante una estación determinada.

Las ventajas y desventajas de este método, de acuerdo con Colin y Burgess (1992), se resumen en los puntos siguientes:

- a. Los transectos son eficaces para estudios en áreas extensas, abiertas, uniformes y con pocas especies.
- b. Requiere de una gran habilidad para identificar a las especies.

- c. Representa el método más eficiente en términos de datos registrados por unidad de esfuerzo.
- e. En condiciones apropiadas, los transectos pueden ser más exactos que registros en un punto.
- f. Realizar transectos es más simple y menos detallado que llevar a cabo un mapeo.
- g. Los transectos, además de recorrerlos caminando, se puede utilizar barcas, autos y otros vehículos apropiados.
- h. Utilizando transectos, se pueden realizar evaluaciones de habitat en las áreas de distribución de las aves.
- i. No existen reglas fijas para contar aves en un transecto, pero se requiere tener presente aspectos básicos como: la selección y localización de las rutas; número de visitas; velocidad del paso; estimación de la distancia y habilidad del observador.

En el presente trabajo se utilizaron dos variantes del método de transecto lineal que a continuación se resumen:

1) Método de transecto lineal de amplitud fija (fixed-strip transect).- Este método, que inicialmente se realizó para estimar poblaciones de gansos, fue descrito por Leopold (1933), teniendo como antecedente un trabajo no publicado de R. T. King. El método consiste en el recorrido de un observador a lo largo de una línea predeterminada, registrando el número de individuos y la distancia

entre él, y el animal detectado. Se calcula el promedio de las distancias, el cual se asume como la mitad de la "amplitud efectiva" del transecto cubierto por el observador (Hayne 1949). El total del número de animales detectados es igual a la población de un transecto de "amplitud efectiva". Aquellos animales detectados a una distancia mayor que ésta, compensan a los que están presentes a una distancia menor que no pudieron ser registrados.

2) Método de transecto lineal de amplitud variable (variable strip transect). Este método propuesto por Emlen (1971), se basa en la determinación para cada especie de un valor de detectabilidad denominado coeficiente de detectabilidad (C.D.) y la aplicación de este valor en los censos realizados. Dicho coeficiente de detectabilidad representa la proporción de la población de un área que es detectada por un observador que recorre el transecto. Cada especie tiene un valor de C.D. que varía con la estación y el tipo de vegetación. El C.D. se obtiene a partir de la distribución de frecuencias de las detecciones en función de su distancia perpendicular al observador. Esto implica que en la franja más cercana al observador, denominada franja basal, se detectan todas las aves presentes y por extrapolación se obtiene el número total de individuos esperado en un transecto de amplitud determinada.

#### **Método de parcela circular variable (variable circular plot)**

Este método, descrito por Reynolds et al. (1980), es adecuado en habitats complejos y terrenos irregulares. El observador cuenta

todas las aves vistas u oídas alrededor de una estación, estimando la distancia horizontal de dicha estación al ave detectada. Los períodos de observación varían de acuerdo a la comunidad de aves y a la complejidad de la vegetación. De igual manera, las estaciones pueden variar tanto en número como en ubicación, y puede emplearse solo un diámetro o varios círculos concéntricos a diferentes distancias.

La densidad de cada especie, se determina tomando en cuenta el número de individuos por unidad de área en bandas concéntricas de amplitud predeterminada en cada estación, seleccionando la última banda de radio X , donde la densidad llega a declinar y sumando el número de individuos contados en el círculo de radio X y finalmente dividiendo por el área  $\pi r^2$  (Reynolds et al. 1980).

El tiempo empleado para cada observación, se recomienda que sea de 10 a 15 minutos por estación, sin embargo, esto puede variar según el número de círculos concéntricos utilizados, o las necesidades del observador para maximizar el esfuerzo y la detectabilidad (Fuller y Langslow 1984)

De acuerdo con Colin y Burgess (1992), las ventajas y desventajas que ofrece el método de parcela circular se resumen de la siguiente manera:

- a. Es conveniente para aves conspicuas en bosques maderables o en habitats de chaparrales.
- b. Es adecuado para estudios de áreas extensas pero no proporciona el nivel de detalle del mapeo.
- c. Es más apropiado que los transectos en áreas de

difícil acceso.

- d. Es muy recomendable en estudios acompañados de evaluaciones de habitat que requieren muestreos en un punto.
- e. No existen reglas fijas para este método, pero hay que tener en cuenta: selección y localización de los puntos o estaciones, número de visitas, tiempo de observación y distancia al animal detectado.

**Factores o efectos que se deben considerar al realizar cualquier método de censado.**

**Efectos de simple procedimiento:** Las estimaciones que se presentan en los censos están basadas en los patrones de conducta de las aves, además están determinadas por las mediciones o cálculos de la distancia a la cual son detectados los organismos. La estimación exacta de las distancias en el transecto lineal, por ejemplo, pueden producir 78% de sobrestimación en la densidad (DeSante 1986).

La mayoría de los métodos requieren tanto de observaciones y localización de las aves en un área determinada, sin embargo, el desplazamiento constante del observador puede afectar en un momento la posibilidad de que las aves puedan ser detectadas (Scott y Ramsey 1981).

Las estimaciones en los censos están fuertemente influenciadas por el número de muestras tomadas, es decir, cuando uno incrementa

el número de censos, tanto en parcela como en transectos lineales, la variación en la estimación de la densidad puede decrecer y los valores en esta pueden estabilizarse.

**Efectos por las características de las especies:** Uno de los factores más importantes al respecto es la conducta de las aves, ésta es un efecto muy relativo que el observador debe considerar al empezar el registro y toma de datos.

Por ejemplo, el comportamiento difiere de acuerdo al tipo de vegetación en el que el ave se presenta, esto es, ya sea en lugares claros y/o de vegetación cerrada. Las fuentes de variación más claras para las especies son: cantos de especies de baja intensidad y de forma lenta, que pueden cambiar su frecuencia al ser descubiertas o perturbadas; especies que al encontrarse en sitios escondidos e inmóviles, emiten sonidos nasales y no cantan; especies que utilizan la mímica o imitan el canto de otras aves; especies con tiempo de anidación sincronizado (Robbins 1981).

Los cantos varían de acuerdo a las especies, clima, hora del día y además la conducta paterna también es determinante en la detectabilidad de los organismos (Richards 1981).

Con el uso de registros de cantos bajo condiciones controladas, el número de individuos decrece considerablemente mientras que el número de aves cantando que se escuchan se incrementa. Las aves se estimulan entre sí al estar agrupadas, motivo por el cual, fácilmente se incrementa la densidad. En tal caso son recomendables los métodos que consideran la detectabilidad



de los individuos (Emlen 1971, 1977).

**Efectos de localización:** La base de estos errores pueden ser establecidos por la presencia o ausencia de especies en un área, lo cerrado del follaje y la superficie del área muestreada, por lo que los censos tomados en áreas de dimensiones diferentes arrojan resultados variados, es decir, las distintas especies de aves responden a diversos tipos de habitats, como por ejemplo una pequeña parcela puede ser proporcionalmente más rica en comparación con una parcela grande (Engstrom 1981). De igual forma, los censos de parcela circular y transecto lineal pueden presentar diferentes valores en habitats similares, basados en los efectos de localización que ocurren dentro de cada uno de estos habitats (Ambuel y Temple 1983)

Basados en todo lo anterior, podemos pensar que el método de mapeo de individuos requerirá de más tiempo para su desarrollo, teniendo en cuenta la magnitud del área que se puede muestrear en un momento determinado; lo que no ocurre con el método de parcela circular variable, ya que dadas las dimensiones del área que se puede muestrear, el tiempo que se requiere será siempre mucho menor en comparación con el resto de los métodos empleados, sin embargo, las estimaciones que se logren con dicho método serán adecuadas. Cuando se habla de área, los métodos de transecto lineal siempre abarcaran áreas grandes en tiempos más cortos en comparación con el método de mapeo, pero nunca tan cortos como en la parcela circular.

## OBJETIVOS

### GENERAL

El presente estudio tiene como objetivo general desarrollar y comparar cuatro métodos para censar aves: 1) El mapeo de individuos, 2) El transecto o recorrido lineal de amplitud fija y de amplitud variable, así como 4) El de parcela circular variable.

### PARTICULARES

a. Evaluar mediante los diferentes métodos, la densidad de población de las aves en tres habitats distribuidos en el Parque Nacional Malinche, Tlaxcala: ecotono (cultivo de maíz-trigo con pino), bosque de pino, bosque de pino-aile .

b. Determinar la densidad de población de las aves, utilizando los diferentes métodos, en los tres hábitats durante verano, otoño e invierno.

c. Con base a la comparación de los resultados, discutir las ventajas y desventajas de cada método en el área de estudio.



BIBLIOTECA  
INSTITUTO DE BIOLÓGICA  
UNAM

## AREA DE ESTUDIO

El Volcán Malinche es considerado como una de las elevaciones más antigua de la cordillera neovolcánica, ya que su formación data de las postrimerías del Mioceno (Fernández 1987). Cuenta con una altitud de 4461 msnm y se le considera como la quinta montaña más alta de México y para algunos autores (e.g. Meade 1986) es la montaña aislada más importante del país.

Fisiográficamente y desde un punto de vista geomorfológico, se trata de un cono volcánico de 4461 metros sobre el nivel del mar (msnm) perfectamente aislado, circunstancia que raramente ocurre en los grandes aparatos plutónicos.

En lo que se refiere a los accidentes geográficos, esta montaña ofrece un perfil uniforme y majestuoso con una diadema de rocas, sus picachos secundarios son la Tetilla y el Xaltonate (Sánchez de Tagle 1978)

El Volcán Malinche se caracteriza por presentar rocas del cuaternario las cuales presentan contenidos minerales y una composición química de la siguiente manera:

Leucocuarzo-latiansitas, leuco-andesitas, minerales típicos con horblenda, biotita y algunas cantidades de desitas así como depósitos lacustres, rocas volcánicas, aluviones y depósitos volcánicos (CETENAL 1981).

En esta misma zona, también se encuentran rocas con predominio de tobas y cenizas volcánicas del cuaternario pertenecientes al grupo Chichinautzin, así como aluvión y domos volcánicos (Erffa 1975).

Los suelos en esta área, según el sistema de clasificación de la F.A.O. (Warner 1976) son: Litosoles propagados a lo largo de la cima del volcán y en las paredes de las barrancas; regosoles que se distribuyen en los flancos del volcán entre los 2500 y los 2600 msnm; rankers que son lahar endurecido y légamo gravoso arenoso, localizados en el flanco Noreste y Occidental del volcán; cambiosoles-andosoles que se registran entre los 3500 y hasta los 3800 msnm; regosoles-andosoles que se localizan a una altitud desde los 2500 hasta los 2700 msnm en lo que corresponde a los flancos Norte y Oeste del volcán; fluviosoles de la clase de textura 3, con distribución principalmente al pie del volcán, fluviosoles de la clase de textura 4 que también se encuentran al pie del volcán y son suelos desfavorables para la agricultura, fluviosoles de la clase de textura 5 que están hacia el lado Norte del volcán y que son suelos considerados como útiles para la agricultura.

A lo largo del área de estudio podemos encontrar con facilidad cuatro estratos que conforman las comunidades vegetales características de Parque Nacional estas son: en primer lugar el estrato, que aumenta constantemente a lo largo y ancho del Parque, ya que la tala inmoderada ha provocado un gran número de claros fácilmente ocupados por éste tipo de vegetación, que es el estrato rasante compuesto principalmente de hierbas que van de 0 a 60 cm. de alto, y en el que encontramos especies como: *Acaena elongata*, *Alchemilla procumbens*, *Geranium potentilliefolium*, y *Oxalis alpina*.

El estrato herbáceo, de hasta un metro de altura, en el que se distinguen con facilidad numerosas gramíneas amacolladas dentro de

las que destacan especies como: *Epicampes macroura*, *Muhlenbergia macroura*, *Festuca tolucensis*, *Stipa ichu*, así como un gran número de herbáceas siendo las más comunes *Penstemon gentianoides*, *Halenia candida* y *Lupinus montanus*.

El estrato arbustiforme más predominante en la zona de estudio, el cual va de uno a tres metros de altura caracterizado por especies como: *Senecio saligmis*, *Senecio platanifolius*, *S. cinerarioides*, *Buddleia microphyla*, *Oxilobus arbutifolius*, *Salix paradoxa* y *Eryngium monocephalum*.

El estrato más alto de la zona corresponde al arbóreo de más de tres metros de altura compuesto por dos especies de Aile: *Alnus firmifolia* y *A. jorullensis*, dos especies de pino: *Pinus hartwegii* y *P. montezumae*, aunque también encontramos de forma aislada y por manchones a *Abies religiosa*.

En el Volcán Malinche se presentan dos tipos de clima característicos, tanto por arriba como por debajo de los 2800 msnm según la clasificación de Koppen, modificada por García (1964).

Por arriba de la cota altitudinal de más de los 2800 msnm, se encuentra el siguiente clima : E,T,H,W. E, corresponde al mes más caliente, menor a los 6.5°C; T, la temperatura media anual es entre -2°C y 5°C, la del mes más caliente esta entre 0°C y 6.5°C; H, se refiere a grandes altitudes; W, con lluvias en verano.

Por debajo de la cota altitudinal de los 2800 msnm encontramos : C(W2) (W) (h') ig. de donde C, es un clima templado húmedo, (W2) es el más húmedo de los templados subúmedos con lluvias en verano; (W) con lluvias invernales menos del 5% de la anual. (h') muy

cálido con temperatura media anual mayor a los 22°C; i, representa una oscilación isotermal menor a los 5°C. y g: con el mes más caliente del año antes del mes de junio.

La precipitación en esta área es de 800 a 1200 mm de lluvia durante el año; las condiciones del suelo, subsuelo y las fuertes pendientes, hacen que el drenaje sea rápido y constante, registrándose solo una corriente permanente que se origina en el lado Este y se conoce como Río Barranca de la Malinche; las demás corrientes son temporales, donde seis de ellas se ubican en nuestra zona de estudio y pertenecen a los municipios de Santa Ana Chiautempan y Huamantla de Juárez.

El Volcán Malinche tienen en su totalidad un área de 45,711 ha, dentro de las cuales 12,680 has. corresponden al Estado de Puebla y 33,050 has. corresponden al Estado de Tlaxcala (Melo 1977).

Esta área fue decretada Parque Nacional por el entonces Presidente de la Republica Mexicana Lázaro Cárdenas, el 21 de Septiembre de 1938 (Diario oficial de la Federación de 1938)

Este Parque Nacional se encuentra en la Cuenca del Río Balsas, en el Valle de Atoyac en su parte más norteña (Fernández 1987).

La zona de estudio se localiza entre las cordenasdas 19° 59' a 19° 17' latitud norte y 97° 59' a 98° 02' longitud oeste en relación con el meridiano de Greenwich (Figura 1). A dicha zona de estudio se puede tener acceso por la carretera Federal 136 San Martín Texmelucan, con escalas en Apizaco y Huamantla en el Estado de Tlaxcala.

Los poblados más cercanos al área de estudio son: Al Este la población de Altamira Guadalupe, al Oeste el poblado de Tepatlazco y al Norte quizá el poblado más importante, Teacalco, éste último perteneciente al Municipio de Santa Ana Chiautempan.

En toda la zona delimitada como las faldas del Volcán se presentan numerosos asentamientos humanos que se han incrementado al paso del tiempo, involucrando como consecuencia la modificación constante del área y afectando la vida silvestre del Parque, ya que existe una tala inmoderada del Bosque para la implantación de zonas de cultivo, de entre los que destacan el maíz, trigo, avena, papa, entre otros y la aparición de vegetación secundaria.

Esta mancha de cultivo se puede observar hoy en día hasta los 2795 msnm, en el límite con el ecotono, para continuar hacia el bosque de pino a 2800 msnm y finalmente observar el bosque de pino-aile a 2970 msnm (Figura 2).

Cabe señalar que a los 2950 msnm. se encuentra el campamento alpino y recreativo conocido con el nombre de "Centro Vacacional IMSS, Malitzin".

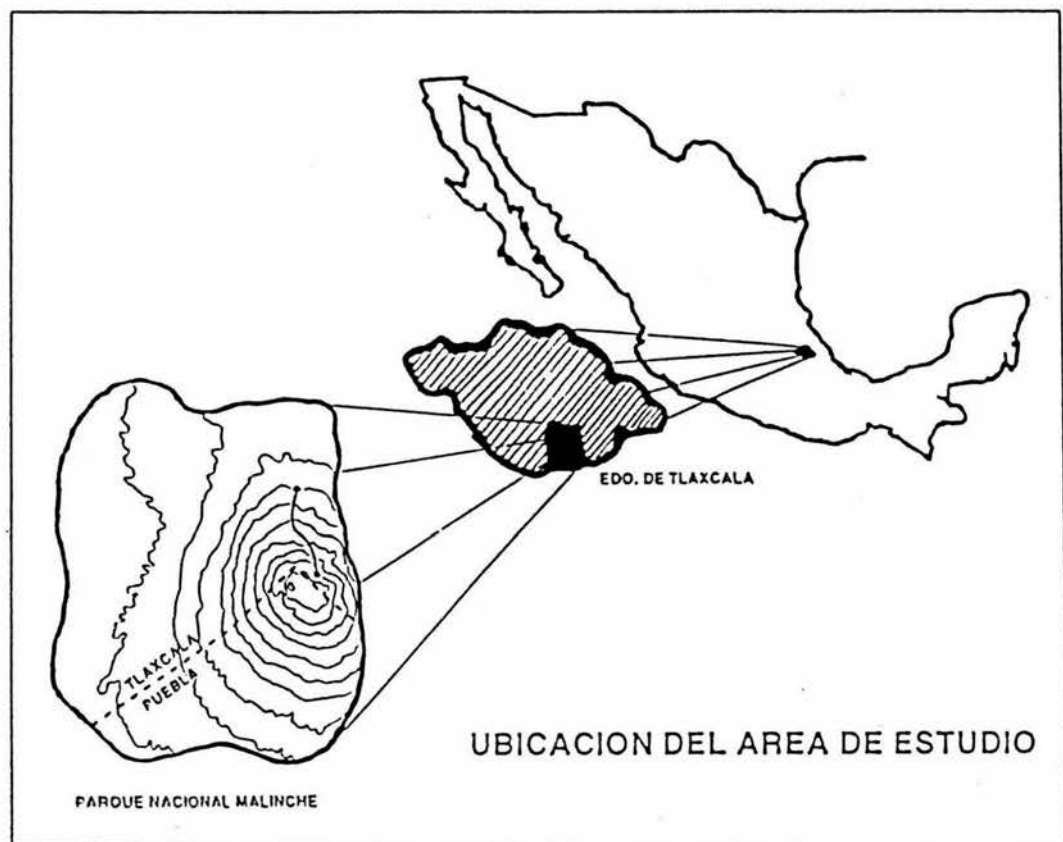


Figura 1 Ubicación del área de estudio señalando la línea altitudinal seguida para los muestreos.  
Tomado de R.G.R com. pers.



## ANTECEDENTES DEL AREA DE ESTUDIO

Por ser parte importante del eje neovolcánico, la Malinche a sido objeto de una serie de trabajos que de alguna forma ofrecen información sobre el estado actual del Parque.

A continuación se mencionan algunos de los trabajos que se refieren al Estado de Tlaxcala y que de alguna forma consideran e involucran al Volcán Malinche y por consiguiente al Parque Nacional.

Davis (1944), con un amplio estudio de mamíferos, Muñoz (1947), realizó la descripción general del Estado de Tlaxcala en relación a sus recursos naturales, particularmente de fauna y flora. Sosa (1956), elaboró un trabajo sobre el Estado de Tlaxcala en el cual hace una descripción de la composición florística y faunística del Volcán.

Warner, et al. (1959), realizó un estudio sobre aves del Estado de Tlaxcala. Melo (1977), refiere en sus estudios sobre Parques Nacionales al Volcán Malinche, mencionando a las comunidades vegetales que en él se encuentran representadas en un gradiente altitudinal, ubicando a las especies representativas. Sánchez de Tagle (1978), proporciona un listado herpetofaunístico del Volcán. Meade (1982), publica una monografía de las elevaciones montañosas de Tlaxcala en donde incluye al Volcán Malinche, refiriéndose a su flora y fauna. Fernandez (1987), realiza un estudio ecológico sobre el bosque de *Abies religiosa*, mencionando también algunos aspectos faunísticos; hasta los trabajos más recientes como los de Gómez et al. (1991), donde analizan la mastofauna del Volcán, Gómez y Reyes

(1992), estudian a los parulidos en esta misma área y Reyes (1993) presenta su tesis sobre densidad poblacional, reproducción, usos de la vegetación y hábitos alimenticios del chipe orejas de plata Ergaticus ruber (Aves: Emberizidae), en el Volcán Malinche, Tlaxcala.

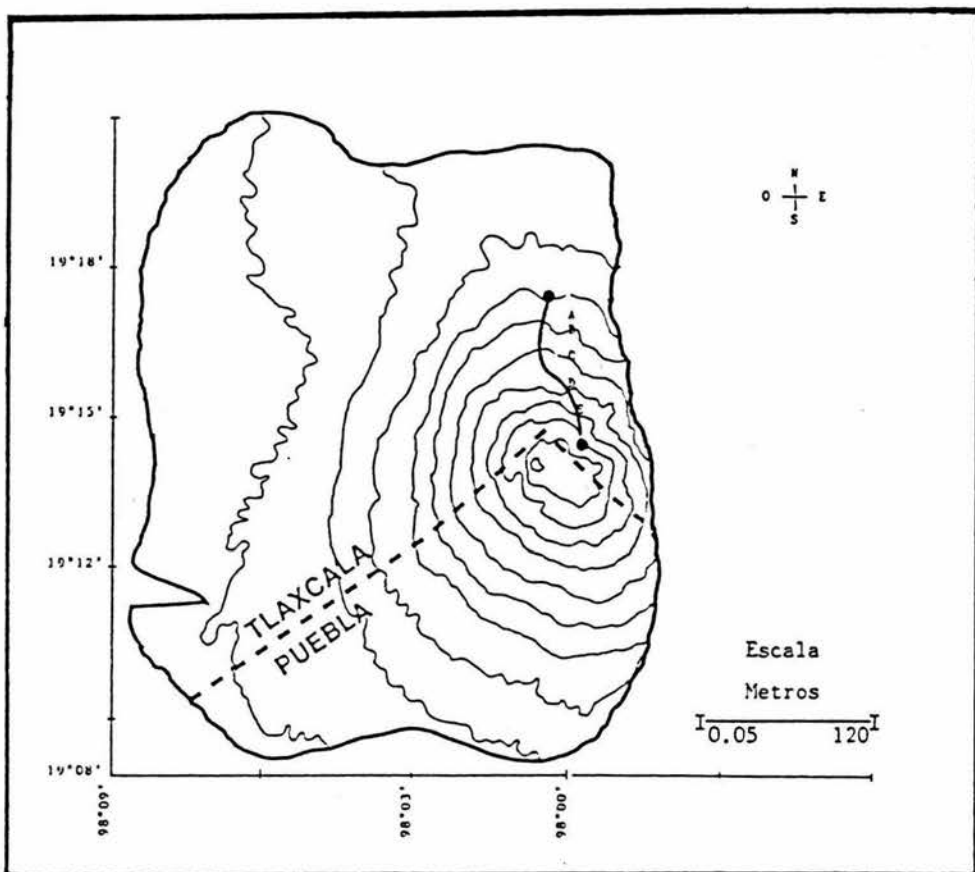


Figura 2 Zona de estudio, Parque Nacional Malinche, Tlaxcala. A, 2915 msnm; B, 2970 msnm; C, 3090 msnm; D, 3260 msnm y E, 3400 msnm. Tomado de R.G.R. com. pers.

## METODO

Este estudio se realizó del mes de marzo de 1993 a enero de 1994; comprendiendo 25 salidas de campo, tres en la estación de primavera, ocho en la estación de verano, seis en el otoño y ocho en el invierno.

La superficie total muestreada fue de 192 hectáreas aproximadamente; en dicha área, se seleccionaron tres zonas de estudio caracterizadas por sus diferencias en vegetación y altitud. La zona de ecotono a 2750 msnm, la zona de bosque de pino a 2800 msnm y la zona de bosque de pino-aile a 2970 msnm.

En la zona de ecotono se realizaron diez censos lineales, diez censos en parcela circular variable y tres mapeos de individuos; la ubicación de todos los censos fué entre los 2710 y los 2760 msnm.

En el bosque de pino, se llevaron acabo diez censos lineales, diez censos en parcela circular variable y tres mapeos, comprendidos entre los 2800 y los 2845 msnm.

Finalmente en el bosque de pino-aile, también se realizaron diez censos en transecto lineal, diez censos en parcela circular variable y cinco mapeos, todos ellos entre los 3045 y los 3260 msnm. Es importante señalar que la razón por la cual se realizaron cinco mapeos en lugar de tres como en las dos zonas restantes, es por que, dicha zona es en realidad la que mayor área ocupa del Parque.

Durante el estudio se realizaron un total de 90 censos en transecto lineal, 90 censos en parcela circular y 12 mapeos; dichos censos se desarrollaron en el verano, otoño e invierno. Se excluye

a la estación de primavera, ya que dichos censos sirvieron como ensayo, al tratar de calcular los tiempo y área muestreada en campo por cada tipo de censo en las tres zonas de estudio.

En todos los censos se utilizó la observación directa para la toma de registros por lo que se requirió la ayuda de material auxiliar como binoculares 7x50 mm.

Para hablar de densidad, es necesario entenderla como el número de individuos por especie en un área de dimensiones determinada; estos individuos son contados (censados) y registrados considerando las distancias al observador (Figura 4) y ubicandolos dentro de un área establecida para cada tipo de censo.

La determinación de la densidad en los censos por recorrido o transecto lineal, se efectuó trazando transectos lineales de 300 m cada uno. Dichos censos se realizaron según los métodos de Hayne (1949) y Emlen (1971); considerando a todas las especies vistas y muy probablemente oídas de acuerdo a la experiencia del observador a cada lado del transecto. Cada transecto fué recorrido durante 15 minutos aproximadamente, totalizando tres censos con una duración de 45 minutos; llevando el observador un paso constante con la finalidad de perturbar lo menos posible a las aves. Los censos se realizaron entre las 6:00 hrs. y las 10:00 hrs. en buenas condiciones climáticas con excepción de los meses invernales donde la temperatura bajó considerablemente.

Durante los recorridos se fijó una distancia máxima de 25 m del observador hacía ambos lados del transecto. Para cada individuo detectado en el área previamente delimitada, se anotaron la altura

y la distancia con respecto al observador; asimismo se registraron para posteriores estudios sobre organización de la comunidad los datos siguientes: estrato en el cual fue observada el ave, la actividad y el tipo de recurso consumido, cuando este último pudo ser determinado.

Todos los datos obtenidos mediante los métodos de transecto lineal y parcela circular variable, se anotaron en hojas de censado diseñadas por la M. en C. Graciela Gómez Alvarez en el Laboratorio de Vertebrados Terrestres de la Facultad de Ciencias (Figura 4).

La densidad de la población utilizando el método de transecto lineal de amplitud fija, se obtuvo mediante la formula :

$$D = \frac{10^4 \cdot n}{2L \cdot \sum di} \quad \text{Hayne (1949)}$$

Donde D; es la densidad de cada especie; 10<sup>4</sup> , es el factor de conversión a hectáreas; n, es el número de individuos vistos u oídos; L, es el tamaño del transecto en metros; di, es la distancia que existe entre el ave y el observador.

Por otra parte, la densidad relativa utilizando el método de transecto lineal de amplitud variable se calculó mediante la formula:

$$D = \frac{n \cdot S}{CD \cdot L \cdot 2d} \quad \text{Emlen (1971)}$$

Donde D, es la densidad relativa de cada especie por hectárea; n,

es el número de individuos detectados; S, el total del área censada; d, es la amplitud de banda; CD, es el coeficiente de detectabilidad; L, el tamaño del transecto en metros.

El coeficiente de detectabilidad (CD) se obtiene mediante la formula:

$$CD = \text{Inds. Obs.} / \text{Inds. Esp.}$$

Donde Inds. Obs., es el número total de individuos de la especie observados durante el censo. Inds. Esp. es el número de individuos de la especie observados en la banda más cercana al observador multiplicado por el doble de la amplitud en metros de la última banda y dividido entre la amplitud de la banda más cercana donde fueron observados. Entendiéndose como banda, a la distancia más cercana al observador preestablecida por el mismo y que puede ser de 0 a 5 metros o más según los requerimientos del estudio.

En lo referente al método de parcela circular variable, se establecieron a lo largo de un transecto lineal de 1000 m tres estaciones separadas entre sí por 300 m. En cada estación, el observador permaneció por 15 minutos aproximadamente registrando las aves vistas u oídas en un radio de 25 m.. El observador, se mantuvo quieto anotando la altura y distancia a la cual los organismos eran detectados, así como el estrato en el que se encontraban, la actividad y el recurso utilizado. Al término de cada censo el observador, se desplazó a la siguiente estación,

anotando la hora de termino e inicio del siguiente censo.

Los censos realizados bajo este método, se llevaron acabo de las 6:00 a las 10:30 hrs.

En este caso la densidad relativa se calculó aplicando de manera directa la fórmula de número de individuos por unidad de área :

$$D = n/\pi r^2 \quad \text{Reynolds et al. (1980)}$$

Donde D, es la densidad relativa de cada especie por hectárea; n, es el número de individuos registrados;  $\pi r^2$  es el área total de cada parcela circular.

Para llevar acabo el método de mapeo de individuos, se requirió delimitar un área total de tres hectáreas para cada mapeo; dicha delimitación se realizó tomando como referencia algunos manchones de vegetación característicos de la zona o en su defecto relieves gráficos de la misma (ver segundo cuadro apéndice).

El área fue dividida en seis cuadrantes de 5000 m<sup>2</sup> cada uno, con el fin de facilitar la delimitación del área total y el desplazamiento del observador, pero siempre tomando como referencia el transecto lineal (Figura 3).

El tiempo de duración para cada mapeo fue de 60 minutos aproximadamente, es decir, 10 minutos por cuadrante.

El observador se desplazó aleatoriamente en cada cuadrante evitando recorrer el mismo cuadrante dos veces; registrando tanto



la altura y la distancia de cada ave en las hojas de censo respectivas (Figura 4).

Asimismo, los censos se realizaron entre las 6:00 hrs. y las 10:00 hrs.

La densidad relativa se calculó utilizando la fórmula directa de individuos por unidad de área:

$$D = n/A$$

Donde D, es la densidad relativa; n, es el número de individuos registrados por especie y A es el área total censada.

Todos los métodos de censo utilizados se efectuaron en la misma área dentro de cada zona de estudio, tomando como base el área abarcada por el método de transecto lineal con el fin de variar lo menos posible el registro de los datos como resultado de la diferencia de habitats muestreados (Figura 3).

Con la aplicación de cada uno de estos métodos de censo se llegó a los siguientes resultados.

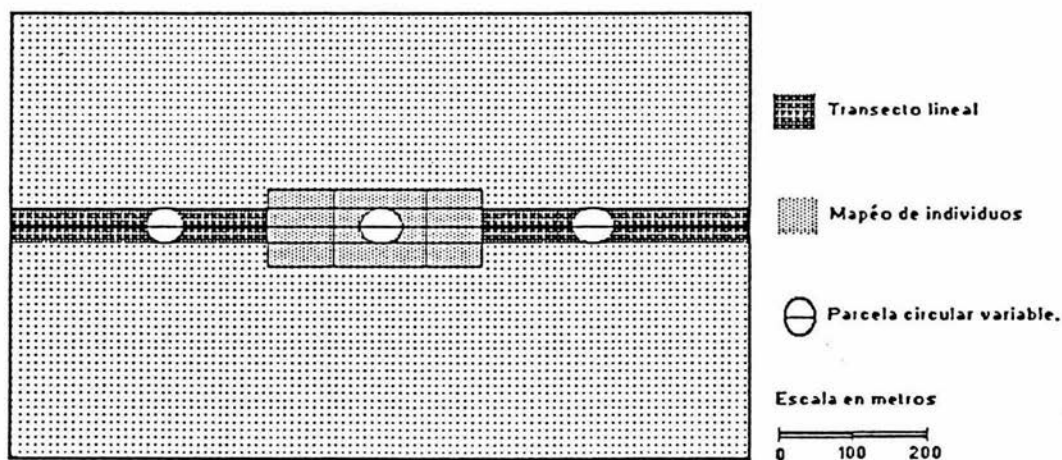


Figura 3 Se esquematiza el área total muestreada con los tres métodos utilizados en las tres zonas de estudio.

## RESULTADOS

Considerando las tres zonas de estudio, el método de transecto lineal de amplitud variable (AV) siempre mostró los valores de densidad total más altos durante las tres estaciones del año. De manera contraria el método de transecto lineal de amplitud fija (AF) mostró en todos los casos valores significativamente menores de densidad en todos los hábitats y en las estaciones del año consideradas.

El método de parcela circular variable (C) mostró valores intermedios entre el método de transecto lineal de amplitud variable y el método de mapeo de individuos (M), a lo largo de las tres estaciones del año y en cada uno de las zonas de estudio (Figura 5,6,7).

De la comparación entre las tres zonas de estudio, empleando los cuatro métodos y durante las tres estaciones del año, la zona de ecotono siempre mostró una mayor densidad total y una alta riqueza específica (Figura 5). De manera particular dicha zona de estudio, presentó durante la estación del otoño los valores más altos de densidad total y riqueza específica (Tabla 1), mientras que el método de transecto lineal de amplitud fija arrojó los valores más bajos de densidad total (Figura 5). Para la zona de bosque de pino, la estación de otoño fue la más baja en valores de densidad total, siendo el verano la estación con los valores más altos de densidad, sin embargo, el método de mapeo en dicha zona de estudio presentó una diferencia en su comportamiento, ya que mostró

un pico mayor de densidad durante el invierno (Figura 6), no obstante, la relación con el número de especies registradas fue contraria ya que se caracterizó por ser la temporada con menor riqueza de especies (Tabla 2).

Por otra parte, esta zona de estudio presentó de manera general y aplicando los diferentes métodos, los valores más bajos de riqueza específica (Figura 11). Los resultados obtenidos, utilizando el método de mapeo en dicha zona presentaron variación durante el invierno ya que se incremento la densidad pero con una disminución en el número de especies (Tabla 2).

En lo que al bosque de pino-aile se refiere, la estación del verano mostró los valores más altos de densidad total, aplicando los cuatro métodos de censado (Figura 7). Pero el comportamiento de la riqueza específica, fué intermedia entre el ecotono y el bosque de pino (Figura 11).

Con respecto al tiempo de duración, área muestreada y densidad registrada para cada método, las tres zonas de estudio presentaron un comportamiento muy similar. Siempre el método de transecto lineal de amplitud variable ocupó el primer sitio en valores del promedio de densidad, seguido del método de parcela circular variable, no obstante, este último cubrió un área menor en un tiempo más corto. El método de mapeo de individuos siempre ocupó mayor cantidad de tiempo, y finalmente el método de transecto lineal de amplitud fija, observó los valores más bajos de densidad promedio pero con un área y tiempo de duración igual al transecto lineal de amplitud variable.

Los valores más pequeños de densidad total en las tres zonas, relacionados con el tiempo y el área, fueron entonces los registrados por el método de transecto lineal de amplitud fija (Figuras 8,9 y 10).

La zona de ecotono presentó valores de densidad promedio mayores con los métodos de transecto lineal de amplitud variable y parcela circular variable, sin embargo, para el primero tanto el tiempo requerido (45 minutos) y el área muestreada fueron mayores. El método de transecto lineal de amplitud fija y de mapeo de individuos presentaron un comportamiento similar al de la zona de ecotono.

Para el bosque de pino-aile, tanto el método de transecto lineal de amplitud variable como el de parcela circular fueron los que mayor densidad promedio y riqueza de especies presentaron respectivamente (Figura 10).

No obstante, este último comportamiento sobre riqueza específica, siempre se presentó ya que el promedio de número de especies observadas por estación en cada una de las zonas de estudio fue mayor por ambos métodos de transecto lineal, con excepción de la estación de verano, donde en las tres zonas de estudio se presentaron diferencias con respecto al método de parcela circular variable, pues este último siempre fué mayor (Tablas 1,2 y 3)

En el bosque de pino-aile, nuevamente se presentaron registros más altos de densidad total bajo el método de transecto lineal de amplitud variable, donde la estación de verano presentó los valores

más altos, no obstante, el número de especies registradas no fué mayor que en el otoño e invierno (Tabla 3). En esta zona de estudio, los valores de densidad total fueron siempre similares, es decir, se presentó un comportamiento homogéneo (Figura 6).

Al comparar el tiempo empleado por cada uno de los métodos de censo aplicados en este estudio, resulta claro que el método de mapeo ocupa un tiempo mayor en un área mayor; el método de parcela circular variable siempre ocupa menor tiempo y menor esfuerzo y los métodos de transecto lineal abarcan áreas grandes en tiempos no tan largos, (Figuras 8,9 y 10). Los tiempos considerados son de 45 minutos, aproximadamente. Sin embargo, los resultados de densidad involucrados en cada método señalaron que no siempre el método que mayor área o mayor tiempo empleo, es el que mayor densidad o riqueza específica presentó (Tabla 4).



Tabla 1) Densidad (individuos por ha.) de las especies en la zona de ecotono, registradas por los cuatro métodos, durante 1993-1994.

* Sp.	VERANO				OTOÑO				INVIERNO			
	AF	AV	C	M	AF	AV	C	M	AF	AV	C	M
Zm.	0.19	1.16	—	—	0.83	2.26	—	—	0.16	0.83	0.56	—
Cta.	—	—	2.26	—	0.30	1.66	1.13	1.33	1.10	3.33	1.13	1.00
Spla.	—	—	1.13	2.26	—	—	1.13	1.33	0.72	1.13	—	0.66
Srf.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pic.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Coa.	—	—	0.56	0.33	0.15	1.11	1.13	—	0.08	0.41	0.56	—
Esp.	0.63	3.33	1.13	1.00	0.75	2.20	0.56	2.00	0.08	0.41	1.69	3.33
Aph.	0.40	1.38	2.26	3.33	0.51	3.33	7.90	2.00	0.58	4.44	1.69	2.26
Psm.	—	—	—	—	3.33	2.50	5.65	—	2.50	2.47	3.95	—
Sc.	—	—	—	—	0.26	0.30	1.38	2.00	1.33	0.33	1.60	—
Sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cf.	—	—	0.56	1.33	1.16	1.66	1.13	2.00	0.33	1.66	—	—
Thb.	1.27	3.33	0.56	1.00	0.41	2.77	2.82	2.00	2.00	3.33	1.13	2.00
Ta.	0.55	1.66	1.13	1.33	0.20	1.66	0.56	1.33	0.72	3.60	2.26	2.00
Re.	—	—	—	—	1.64	4.16	4.52	3.00	1.33	6.66	1.13	3.33
Sm.	0.43	3.75	1.13	1.00	0.28	1.33	6.79	—	0.42	2.77	1.13	—
Ca.	—	—	1.13	—	0.29	1.38	—	—	0.58	0.55	—	—
Ctg.	—	—	0.56	—	0.51	1.66	—	—	—	—	—	—
Tm.	0.35	2.33	1.69	2.00	0.30	1.66	1.13	3.60	0.23	1.16	0.56	1.66
Tox.	0.38	1.66	—	1.33	0.06	0.83	0.56	—	—	—	—	—
Lal.	—	—	—	—	0.51	1.66	0.56	—	0.22	0.55	—	—
Viu.	—	—	—	—	1.66	1.38	1.69	—	0.66	0.83	1.69	—
Denc.	—	—	—	—	0.25	2.08	2.26	—	0.16	0.83	—	—
Dent.	—	—	—	1.33	0.11	0.83	1.13	—	0.20	0.83	—	—
Wp.	—	—	—	—	—	—	—	—	0.26	2.50	1.13	—
Er.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mm.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PeL	0.21	1.94	0.56	—	0.13	0.55	1.13	1.33	—	—	1.69	—
Ph.	0.52	3.66	0.56	2.33	0.08	0.41	3.59	1.66	0.30	1.38	2.82	2.00
Gre.	—	—	—	—	—	—	—	—	0.08	0.41	0.56	1.66
Pip.	0.33	1.66	1.69	0.33	0.29	2.50	0.56	—	—	—	1.13	—
Pif.	0.06	0.33	0.56	—	0.42	1.38	—	—	—	—	1.13	—
Osp.	0.30	2.00	3.95	0.66	0.16	0.83	2.26	1.33	0.12	1.25	1.69	0.66
Spa.	—	—	—	—	1.45	16.3	4.52	1.66	0.66	2.77	1.69	1.66
Mcl.	—	—	—	—	0.89	5.55	3.96	2.00	0.66	1.66	1.13	1.00
Jph.	0.21	2.22	2.26	0.66	1.32	10.8	3.39	2.00	0.53	4.16	3.95	1.00
Stm.	—	—	—	—	—	—	—	—	0.16	1.66	—	—
Icg.	—	—	—	—	0.29	0.41	1.13	—	0.11	0.55	1.13	—
Icp.	—	—	—	—	—	—	—	—	0.33	0.83	1.13	—
Cam.	0.77	3.83	3.95	2.66	2.09	8.66	5.65	2.00	0.11	0.55	1.69	4.00
Loc.	—	—	—	—	0.33	1.66	0.56	—	—	—	—	—
Cp.	1.25	8.05	5.09	3.66	0.47	2.50	1.69	2.00	1.44	9.16	2.26	3.30
Cs.	0.11	0.55	1.13	2.00	0.45	1.66	1.13	—	—	—	0.56	—
Densidad Total	7.96	42.7	33.8	28.5	21.3	89.5	71.6	34.5	18.6	63.0	42.7	31.5
No de Spp.	17	17	21	18	23	33	30	18	31	31	28	16

NOTAS:

AF, método de transecto lineal de amplitud fija.

AV, método de transecto lineal de amplitud variada.

C, método de parcela circular variable.

M, método de mapeo de individuos.

\* Abreviaturas de las especies registradas (ver primer cuadro apéndice)



Tabla 2 ) Densidad ( individuos por ha. ) de las especies en la zona de bosque de pino, registradas por los cuatros métodos, durante 1993-1994.

* Sp.	VERANO				OTOÑO				INVIERNO			
	AF	AV	C	M	AF	AV	C	M	AF	AV	C	M
Zm.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cia.	1.80	2.50	1.69	1.33	—	—	—	—	—	—	—	—
Spla.	—	—	—	—	—	—	0.56	—	—	—	—	1.00
Sef.	0.16	0.83	1.69	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pic.	—	—	—	—	0.33	1.66	—	—	—	—	—	—
Coa.	—	—	—	—	—	—	0.56	—	0.16	0.83	—	1.33
Esp.	1.22	4.44	2.26	2.33	0.45	2.08	4.52	1.00	0.27	2.50	2.82	2.66
Aph.	—	—	1.69	—	0.06	0.33	2.26	—	—	—	1.69	—
Psm.	—	—	—	—	0.29	1.38	—	0.66	0.67	3.05	—	0.66
Sc.	0.11	0.55	1.69	1.66	0.11	0.55	0.56	1.33	0.13	0.57	1.13	0.66
Sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	0.11	0.55	—	—
Cf.	0.32	1.58	1.69	1.66	0.39	2.08	1.13	0.66	0.26	2.00	1.13	1.33
Tib.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ta.	1.58	3.53	1.13	2.66	1.16	3.30	0.56	0.66	0.67	3.05	0.56	2.33
Re.	1.66	3.30	2.26	0.33	0.66	5.00	0.56	0.66	0.23	4.08	5.09	5.00
Sm.	0.72	2.50	1.13	—	—	—	—	—	0.33	1.66	—	—
Ca.	—	—	1.13	—	0.29	1.40	—	—	—	—	—	—
Ctg.	0.32	1.58	—	—	—	—	—	—	0.33	1.66	—	—
Tm.	0.44	3.38	0.56	1.00	0.50	2.50	1.69	0.66	0.55	2.77	1.13	2.66
Tox.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lal.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Viu.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Denc.	—	—	—	—	0.35	2.50	1.13	2.33	0.36	1.52	1.69	—
Dent.	—	—	—	—	—	—	2.33	—	—	—	—	—
Wp.	—	—	—	—	—	—	1.13	—	—	—	1.69	—
Er.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mm.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pr.	0.40	2.91	1.69	1.33	0.50	2.50	0.56	1.66	0.50	2.50	1.13	2.00
Phe.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gre.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pip.	—	—	—	—	0.31	1.38	1.13	1.00	0.22	1.11	—	1.00
Pif.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Osp.	0.45	2.66	1.69	0.33	0.16	0.83	1.13	1.00	0.44	2.22	2.26	1.33
Spa.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mel.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Jph.	0.46	3.33	5.09	1.66	0.64	3.05	3.96	1.33	0.75	6.66	3.39	2.66
Stm.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Icg.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Icp.	—	—	1.69	—	—	—	—	—	0.49	0.41	—	—
Cam.	—	—	—	—	0.25	1.66	2.26	—	0.42	1.11	2.26	—
Loc.	—	—	—	—	0.33	1.66	—	—	1.11	0.55	1.13	—
Cp.	1.46	8.33	4.52	2.66	—	—	1.69	—	0.46	2.50	1.13	3.33
Cs.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Densidad Total	11.10	41.42	33.2	16.9	6.78	33.84	27.7	12.9	7.56	38.45	28.3	27.9
No de Spp.	14	14	16	11	17	17	18	11	20	20	15	14

NOTAS:

AF, método de transecto lineal de amplitud fija.

AV, método de transecto lineal de amplitud variable.

C , método de parcela circular variable.

M , método de mapeo de individuos .

\* Abreviaturas de las especies registradas (ver primer cuadro apéndice)

Tabla 3) Densidad ( individuos por ha. ) de las especies en la zona de bosque de pino-aile, registradas por los cuatro métodos, durante 1993-1994.

* Sp.	VERANO				OTOÑO				INVIERNO			
	AF	AV	C	M	AF	AV	C	M	AF	AV	C	M
Zm.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cta.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Spla.	—	—	0.56	2.66	0.33	1.66	—	—	0.08	0.10	0.55	—
Sef.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pic.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.56	—
Coa.	—	—	1.13	—	—	—	—	0.66	—	—	—	—
Esp.	0.97	2.22	1.69	1.66	0.16	0.83	1.69	2.33	0.66	3.33	2.82	1.99
Aph.	0.15	0.88	1.69	2.16	—	—	0.56	0.66	0.33	1.66	—	0.66
Pas.	0.66	3.33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Psm.	6.95	43.3	14.1	2.16	—	—	6.79	—	—	—	—	1.66
Sc.	0.11	0.83	1.13	0.66	0.13	1.25	0.56	0.50	0.10	0.55	2.82	1.16
Sp.	—	—	0.56	0.33	—	—	—	—	0.33	1.66	2.26	0.99
Cf.	0.16	3.88	1.69	1.16	0.55	2.22	1.69	0.83	0.25	1.25	1.69	0.83
Thh.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ta.	0.74	5.83	3.39	2.66	0.41	1.66	3.39	3.66	0.49	2.22	2.26	2.83
Re.	0.35	1.66	—	—	0.34	6.60	1.69	—	—	—	—	—
Sm.	—	—	0.56	0.83	—	—	—	—	—	—	—	—
Ca.	—	—	0.56	2.66	0.33	1.66	—	—	0.66	2.50	0.56	—
Ctg.	—	—	—	—	0.20	0.83	—	—	—	—	—	—
Tm.	0.53	2.66	1.69	—	0.11	0.55	—	—	0.54	2.50	1.13	0.83
Tox.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lul.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Viu.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Denc.	—	—	—	—	1.66	6.66	4.52	1.00	—	—	—	—
Dent.	—	—	—	—	0.11	0.55	1.13	1.00	—	—	—	—
Wp.	—	—	—	—	0.13	1.25	—	—	—	—	—	—
Er.	0.74	5.00	1.69	0.66	0.27	2.08	3.39	1.99	0.37	7.50	2.82	1.83
Mm.	0.46	2.49	1.13	1.66	0.31	3.33	1.13	1.33	0.50	7.50	2.82	1.83
PrL.	0.66	3.33	1.13	1.49	0.16	0.83	1.69	1.33	0.33	1.66	2.82	1.13
Phe.	0.78	2.60	0.56	0.66	0.28	0.60	2.30	1.66	0.47	0.38	1.82	0.16
Gre.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pip.	—	—	—	—	—	—	—	0.66	0.22	1.11	—	—
Pif.	—	—	—	—	—	—	—	—	0.33	1.66	—	—
Osp.	0.83	3.75	2.82	0.33	1.00	5.00	1.69	0.50	0.22	1.11	3.39	1.16
Spa.	—	—	—	—	1.16	9.20	—	—	—	—	—	—
Mel.	—	—	—	—	0.66	2.20	—	—	—	—	—	—
Jph.	0.72	5.83	3.39	2.66	0.41	1.66	3.39	2.66	0.49	2.22	2.26	2.83
Stm.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ieg.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Iep.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cam.	—	—	—	0.66	—	—	0.56	—	—	—	—	—
Loc.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cp.	1.25	6.20	2.26	4.00	—	—	—	3.49	—	—	—	3.39
Ck.	—	—	0.56	0.83	—	—	—	—	—	—	—	—
Densidad Total	16.0	91.7	40.7	29.8	8.71	50.6	36.1	24.68	6.37	38.9	30.5	23.2
No de Spp.	16	16	20	19	20	20	16	16	17	17	15	15

NOTAS:

AF, método de transecto lineal de amplitud fija.

AV, método de transecto lineal de amplitud variable.

C, método de parcela circular variable.

M, método de mapeo de individuos.

\* Abreviaturas de las especies registradas (ver apéndice)

Tabla 4) Muestra la riqueza específica de cada zona de estudio y su % aplicando los diferentes métodos de censado.

	ECOTONO	PINO	PINO-AILE
**	38	29	33
TL	* 38 (100 %)	*24 (85 %)	* 27 (84.3%)
C	*37 (97.3%)	*24 (85.7 %)	*24 (75 %)
M	*25 (65.7 %)	*16 (57.1 %)	*23 (71.8 %)

NOTAS:

- \*\* Total de especies registradas para cada una de las zonas de estudio.
- \* Número total de especies registradas por cada método empleado en cada una de las zonas de estudio.
- % Porcentaje en relación con el total de especies registradas para cada zona.
- TL; Transecto lineal.
- C; Parcela circular variable.
- M; Mapeo de individuos.



BIBLIOTECA  
 INSTITUTO DE ECOLOGIA  
 UNAM

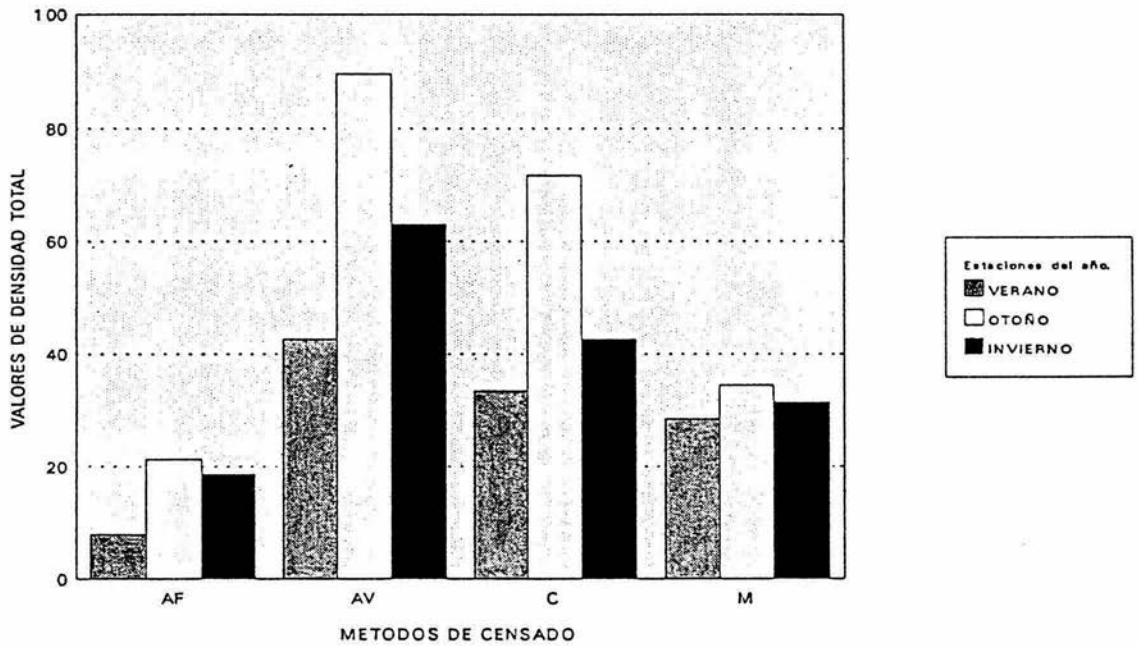


Figura 5) Densidad total de especies registradas en la zona de ecotono, durante 1993-1994. AF; Transecto lineal de amplitud fija. AV; Transecto lineal de amplitud variable. C, Parcela circular variable y M; Mapeo de individuos.

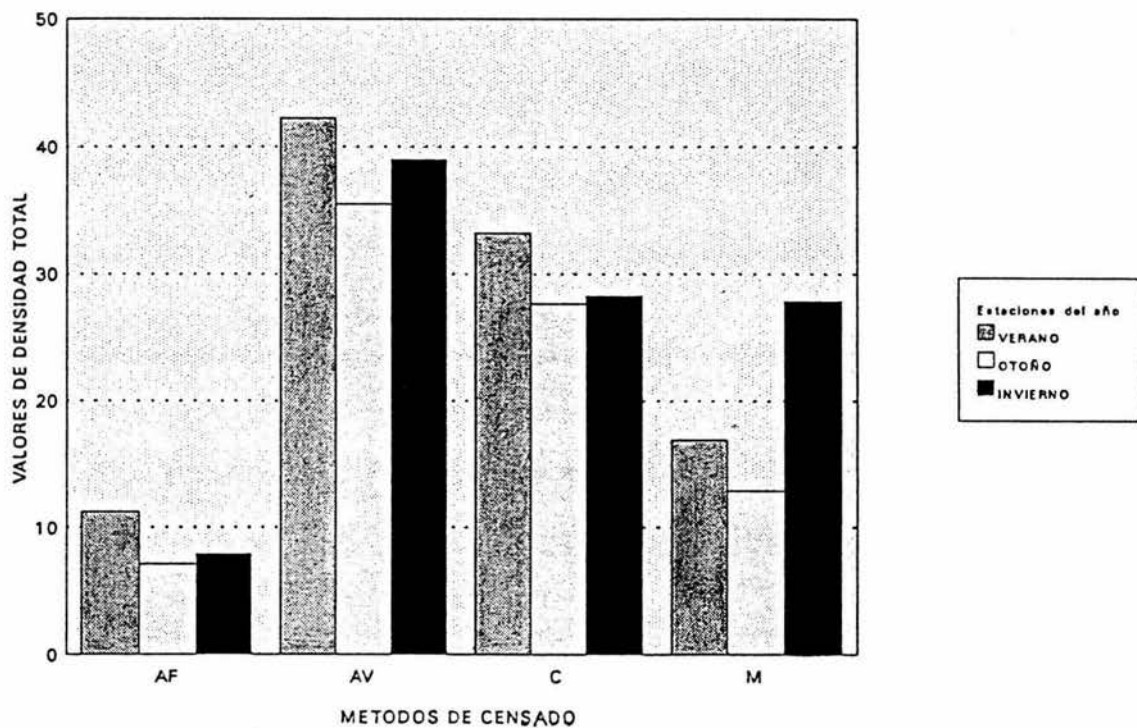


Figura 6 ) Densidad total de especies registradas en la zona de bosque de pino, durante 1993-1994. AF; Transecto lineal de amplitud fija. AV; Transecto lineal de amplitud variable. C; Parcela circular variable y M; Mapeo de individuos.

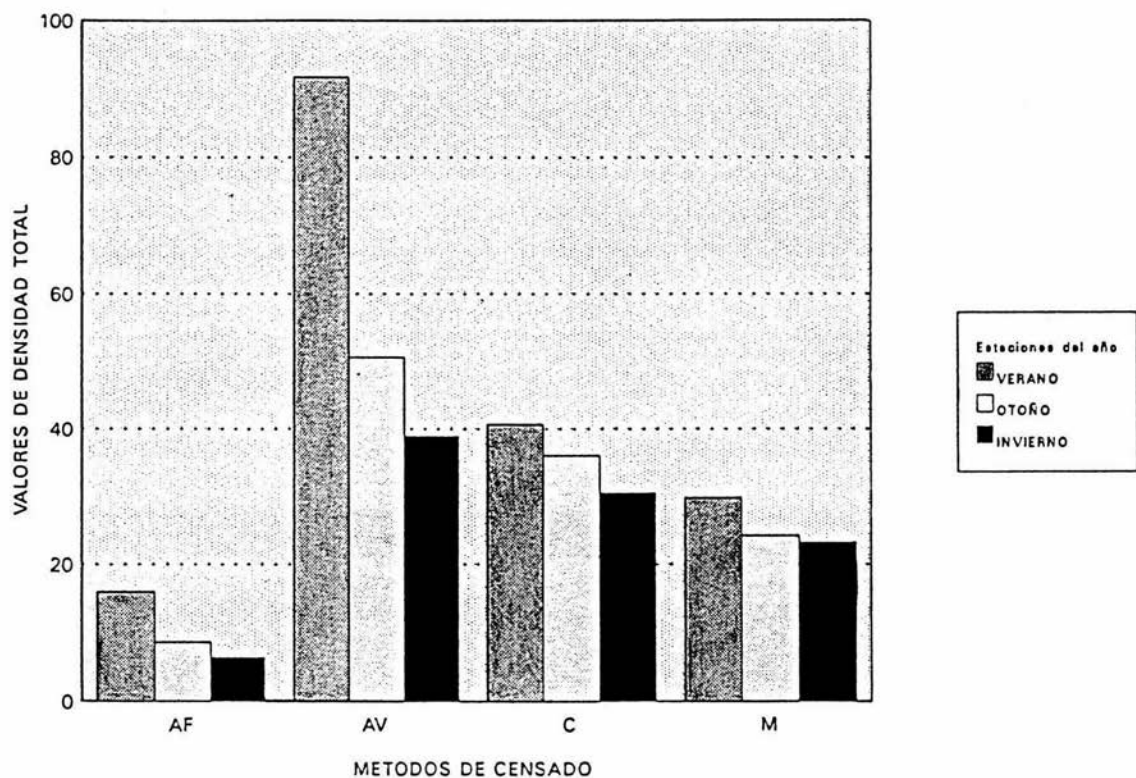


Figura 7) Densidad total de especies registradas en la zona de bosque de pino-aile, durante 1993-1994. AF; Transecto lineal de amplitud fija. AV; transecto lineal de amplitud variable. C; Parcela circular variable y M; Mapeo de individuos.

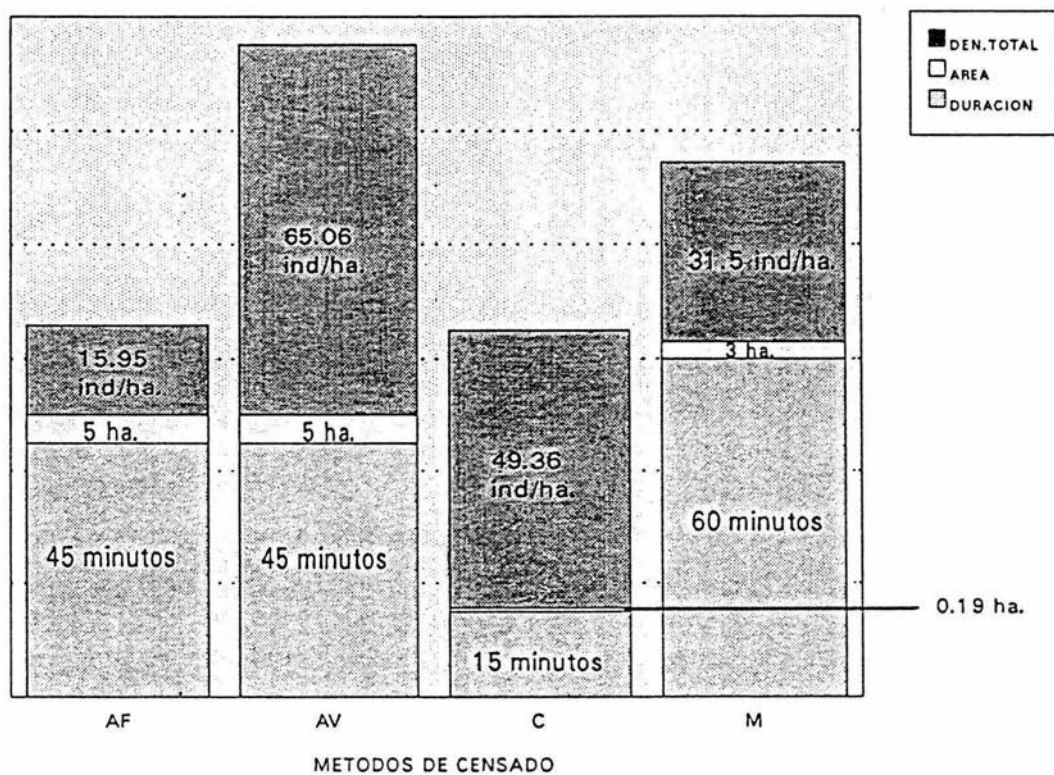


Figura 8) Muestra la relación que se presenta entre el tiempo de duración, área muestreada y promedio de la densidad, en la zona de ecotono, durante 1993-1994.

AF; transecto lineal de amplitud fija. AV; Transecto lineal de amplitud variable. C; Parcela circular variable y M; Mapeo de individuos.

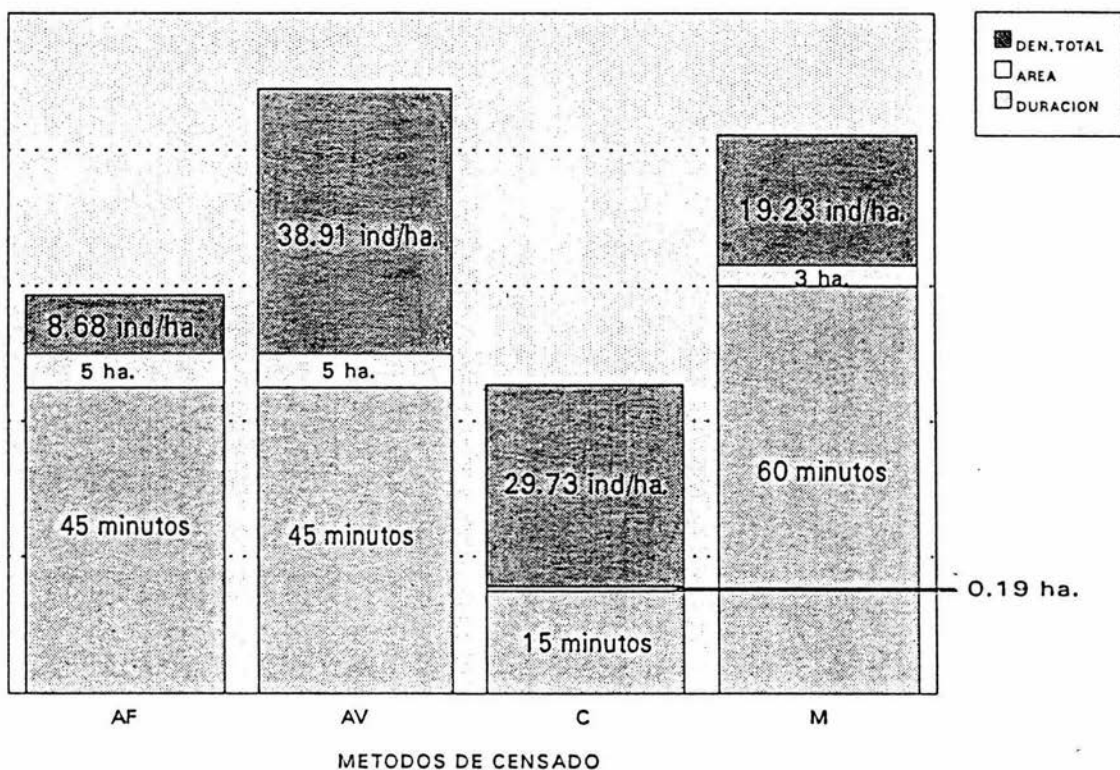


Figura 9) Muestra la relación que se presenta entre el tiempo de duración, área muestreada y promedio de la densidad, en la zona de bosque de pino, durante 1993-1994.  
 AF; Transecto lineal de amplitud fija. AV; Transecto lineal de amplitud variable. C; Parcela circular variable y M; Mapeo de individuos.



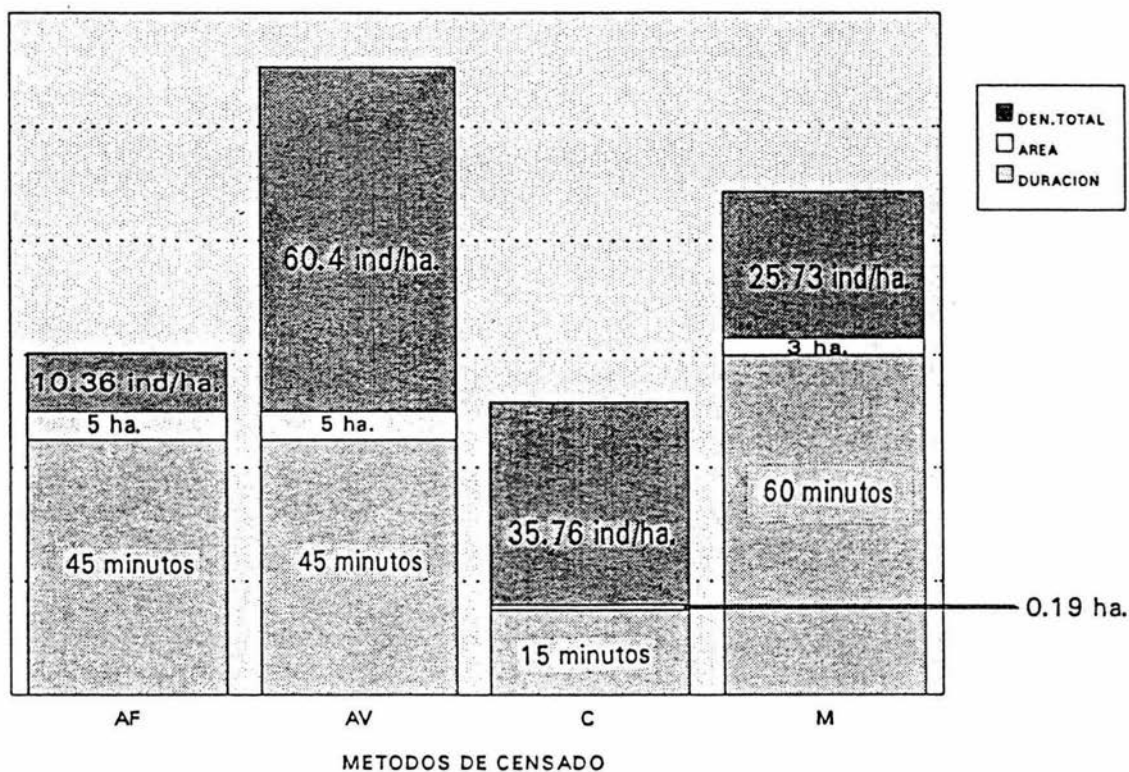


Figura 10) Muestra la relación que se presenta entre el tiempo de duración, área muestreada y promedio de la densidad, en la zona de bosque de pino-aile, durante 1993-1994.

AF; Transecto lineal de amplitud fija. AV; Transecto lineal de amplitud variable. C; Parcela circular variable y M; Mapeo de individuos.

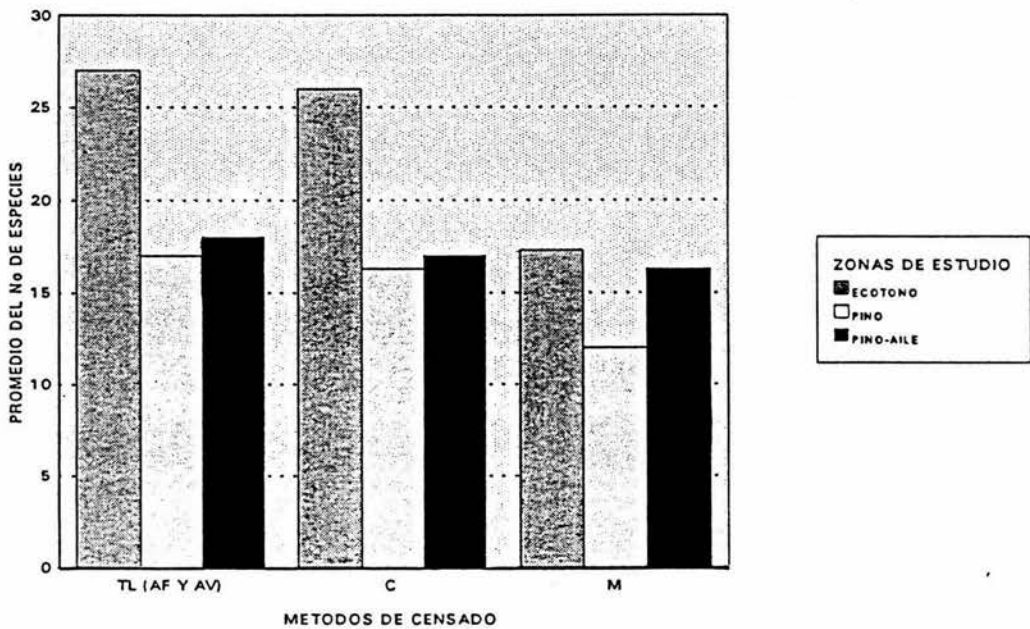


Figura 11) Muestra el promedio de la riqueza de especies registradas para cada una de las zonas de estudio aplicando cada uno de los métodos de censado.

AF; Transecto lineal de amplitud fija. AV; Transecto lineal de amplitud variable. C; Parcela circular variable y M; Mapeo de individuos.

## DISCUSION

La evaluación de la densidad total de las especies más abundantes en los distintos habitats estudiados en el presente estudio, mostró una variación considerable al aplicar los cuatro métodos utilizados. En todos los casos, se obtuvieron valores más altos de densidad total mediante el método de transecto lineal de amplitud variable y más bajos en el método de transecto lineal de amplitud fija, mientras que los métodos de parcela circular variable y mapeo de individuos observaron valores intermedios respectivamente.

Es importante señalar, que el tiempo empleado para cada uno de los métodos, juega un papel importante, ya que de éste depende el registro adecuado de un mayor número de individuos o de especies en un área determinada. Esto además se fundamenta en las horas de actividad de las aves, lo que aumenta o disminuye la posibilidad de detección para el observador, ya que la mayor actividad de estos organismos se observa entre las 6:00 hrs. y las 10:30 hrs., lo que conlleva a una restricción en tiempo para el observador, pues entre las 11:00 hrs. y las 16:00 hrs. aproximadamente, las aves reducen su actividad, dificultando su observación y registro, obligando a maximizar el esfuerzo y el tiempo en las horas de actividad.

Los métodos de transecto lineal, no obstante su similar implementación y desarrollo en el campo, requieren de un análisis muy diferente de los datos. Emlen (1971), supone una distribución homogénea de los individuos en un área determinada a partir de un coeficiente de detectabilidad, lo que trae como consecuencia una sobrestimación de los resultados, que explicaría los altos valores

obtenidos. Sin embargo, Frenzeb (1976), obtuvo una densidad total mayor en el método de mapeo como resultado de un área mayor muestreada para un bosque mixto, es decir, a mayor área ella obtuvo mayor densidad.

El análisis de la densidad total, tomando en cuenta las estaciones abarcadas por el estudio, mostró que en todos los habitats se obtuvieron valores que fluctuaban dependiendo de los cambios estacionales, que a su vez ocasionan la entrada y salida de especies migratorias en el Parque (Figuras 5,6 y 7). No obstante, el patron de dicha fluctuación en cada habitat siempre fué el mismo en cada método empleado. La excepción se observó en el bosque de pino, donde los valores más altos se obtuvieron durante invierno utilizando el método de mapeo, a diferencia de los métodos restantes donde la estación de verano resultó con mayor densidad total. Es necesario aclarar que durante el invierno, el número de especies cuyos individuos forman bandadas se incrementa, sobre todo en el bosque de pino, por consiguiente, los individuos son mejor detectados; por lo que utilizando el método de mapeo ésta detección se simplifica aún más, ya que el observador puede desplazarse aleatoriamente en el área aproximándose lo más posible a las aves, permitiendo el registro más exacto de un mayor número de individuos.

Al tratar de analizar la densidad total obtenida por cada método, el área y el tiempo requeridos para cada uno de los censos en cada habitat, no se encontró una relación directa entre las tres variables a considerar. El método de mapeo que llevó más tiempo,

registró una menor densidad que la obtenida por el método de parcela circular variable, con un tiempo considerablemente menor. Sin embargo, contrariamente este último método evaluó una mayor densidad en un área desdeñable en comparación con el mapeo; no obstante, hay que tener presente que a medida que se aumenta la superficie muestreada, existe mayor número de datos y por consiguiente, los índices tienden a ser más pequeños lo que ocasiona una mayor exactitud (Wiens 1989).

Quizá el término de exactitud, señale de alguna forma al método o métodos que registren mayor cantidad de individuos o especies en un área determinada, pues entre mayor porcentaje de registros menor es la posibilidad de error. Todo esto nos ha llevado a determinar que tanto el método de transecto lineal como el método de parcela circular variable son muy probablemente los idóneos para evaluar poblaciones de aves en bosque templados; ya que de un total de 38 especies registradas para la zona de ecotono, 100% de las especies fueron detectadas por el transecto lineal, 97.3% por parcela circular y 65.7% por mapeo; en el bosque de pino de 29 especies registradas, 85.7% de ellas presentó el transecto lineal, 85.7% la parcela circular y 57.1% el mapeo; mientras que en el bosque de pino-aile, 84.3% se registro para el transecto lineal, 75% para la parcela circular y 71.8% para el mapeo. Lo anterior, señala la efectividad del método de parcela circular, tal y como lo menciona Hamel (1984), donde concluye que dicho método provee estimaciones comparable en exactitud con las obtenidas por el mapeo pero utilizando el 20% del tiempo y Raphael (1984), menciona que

## ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

los conteos realizados por este método son comparables a las estimaciones obtenidas por métodos más complejos.

En los tres habitats, los censos en transecto, posibilitaron el registro de un mayor número de especies, y los mapeos menor número; sin embargo, este último método puede funcionar adecuadamente y con resultados máximos cuando el tiempo para desarrollar un estudio es suficiente, o en su defecto cuando se valoran poblaciones relativamente pequeñas de aves.

Sin embargo, de acuerdo con Wiens (1989) el incremento en exactitud conlleva a un alto costo tanto en esfuerzo como en energía y a una duración mayor en los recorridos, tal y como se observa en los resultados obtenidos (Figura 8,9,10).

Entonces cuando se habla de área como una limitante a considerar, el método de parcela circular empieza a perder exactitud, ya que el área cubierta bajo este método es muy pequeña en comparación con otros métodos y por consiguiente la valoración de las especies resulta difícil, ya que tiende a aumentar los valores como consecuencia de la división entre un área tan pequeña.

Pero su exactitud puede aumentar cuando hablamos de especies con una alta densidad, en habitats poco complejos, en aves con territorios pequeños y al aumentar el número de censos de este tipo en el área establecida, tal como lo menciona DeSante (1986), donde al comparar los métodos de mapeo y parcela circular, comprobó que el método de parcela circular variable tiene una exactitud muy relativa y hasta escasa para especies con tasas de densidades bajas, con amplios territorios, gran movilidad y que ocupan

hábitats complejos.

Muchos de los métodos que se utilizan para censar aves requieren análisis de diferentes datos, aún cuando el desarrollo de estos métodos en campo sea muy similar; como es el caso de los métodos de transecto lineal de amplitud fija y variable, donde los resultados fueron totalmente contrastantes (Tabla 1,2 y 3).

La influencia de factores como el tiempo, área y desempeño del observador determinan en un momento dado la efectividad de uno u otro método; es por ello que cuando hablamos del método de parcela circular en una zona de bosque, encontramos una serie de ventajas y desventajas como: una ligera sobreestimación de los resultados como consecuencia del área tan pequeña que se muestrea, el tiempo corto que ayuda a efectuar en un momento determinado un mayor número de censos de este tipo para ganar en exactitud, la escasa movilidad del observador que lleva a una menor perturbación de las aves y aún mejor registro de los datos, así como a análisis estadísticos más simples.

El método de transecto lineal por otro lado, también presenta pros y contras, tales como: tener la cobertura de un área mayor pero empleando un tiempo mayor, la constante movilidad del observador puede perturbar en un momento determinado la conducta de las aves, la dificultad de registro de los individuos, pues el observador debe llevar un paso constante, la dificultad para trazar un recorrido en zonas de difícil acceso.

El método de mapeo por su parte, reduce la posibilidad de error del observador ya que puede desplazarse aleatoriamente a lo

largo del área muestreada y aproximarse a las aves lo más posible, el área muestreada en este caso es tan amplia como se requiera. Sin embargo, el tiempo empleado por este método es en consecuencia de los más grandes, el observador puede seguir los territorios de las aves dentro de un área de dimensiones variables. Es un método inadecuado para intervalos de habitats y para tratamientos experimentales complejos.

Dados los resultados obtenidos y no perdiendo de vista las ventajas y desventajas de cada método, es posible mejorar el desempeño de estos métodos y mejorar la exactitud de los resultados para bosques templados, aumentando el número de censos que emplean tiempos cortos o relativamente cortos, con lo que es posible abarcar áreas más grandes, o en su defecto efectuando la combinación de algunos de ellos, logrando de esta forma disminuir la influencia del tiempo y área con resultados mayores de densidad y riqueza de especies.

La riqueza de especies encontrada para cada una de las zonas de estudio, es relativamente pequeña, en comparación con registros anteriores (Gómez com. pers.), quizá como resultado de factores físicos y humanos, que aunque no son parte del trabajo realizado, pero que requieren de una mención al respecto. El Parque Nacional Malinche, fue objeto durante 1993 a una serie de modificaciones de su habitat, debido a la realización de sanjas contra incendios a lo largo del Parque cuya separación es de 10 metros aproximadamente entre cada una, para lo cual se trasaron caminos para las máquinas y se derrumbaron árboles y flora secundaria; por otro lado, el



constante aumento del área de cultivo en la zona, de alguna forma a provocado el desplazamiento de muchas de las aves hacía sitios con mayor vegetación y disponibilidad de recurso; además durante el invierno de 1993-1994 se registro una helada que congelo la mayor parte del área llevando a una disminución de la actividad de las aves (Tabla 4).



## CONCLUSIONES

BIBLIOTECA  
INSTITUTO DE ECOLOGIA  
UNAM

1. Ambos métodos de transecto lineal permiten al observador muestrear un área considerable en un tiempo razonable; no obstante, el método de amplitud variable, en comparación con los demás, tiende a sobreestimar los resultados, debido a la suposición de una distribución homogénea de las aves. En contraste, el método de amplitud fija observó una tendencia contraria, pues aunque similar en su desarrollo en campo, fue distinto en su análisis y sus resultados. Por lo que, los análisis estadísticos que se realizan a una muestra de datos resulta determinante, aún para aquellos métodos que son similares en sus técnicas en campo.

2. El mapeo de individuos requirió de un tiempo y esfuerzo considerable, por lo que dificultó el desarrollo de un número mayor de censos de este tipo. Sin embargo, su efectividad es adecuada y puede aumentar cuando el factor tiempo no representa una limitante.

3. El método de parcela circular variable, de alguna forma magnificó los resultados, debido al área tan reducida que abarca, no obstante, la atención del observador debido a su inmovilidad se considera una ventaja sobre el resto de los métodos, ya que conduce a una mayor exactitud en el registro y además requiere de un menor esfuerzo.

4. En bosques templados no muy densos como los de la Malinche, el método de parcela circular variable, resulta ventajoso sobre el resto de los métodos por el poco esfuerzo, el tiempo corto para su desarrollo y la inmovilidad del observador (mayor atención).

5. Es posible que desarrollando mayor cantidad de censos de parcela circular, en un área establecida, se aumente la exactitud de los resultados

6. Aunque el tiempo y el área muestrada no mostraron una relación directa con la densidad y la riqueza de especies, deben considerarse cuando se trata de estudiar a un organismo cuyo desplazamiento es constante, y aún cuando los hábitats son complejos; por lo que la experiencia y práctica del observador juega un papel importante.

7. Cuando se estudia la estructura de una comunidad y no sólo la densidad de una población o comunidad, se requieren datos adicionales al simple número de individuos, como estructura de la vegetación, estratos preferidos por las aves, recurso utilizado y conducta de reproducción o anidación entre otros, se requiere de un método que posibilite la toma de todos estos datos adicionales al mismo tiempo en que se desarrolla el censo; por lo que el método de transecto lineal presenta muchas ventajas en comparación con el resto, aún sobre el método de parcela circular.

## BIBLIOGRAFIA

- Allen, D.L. 1938. Ecological studies on the vertebrate fauna in Kalamazoo Country, Michigan. *Ecological Monograph*. 8: 347-436.
- Ambul, B. y Temple S.A. 1983. Area-depent changes in the bird communities and vegetation of southern Wisconsin Forest. *Ecology*. 64: 1057-1068.
- Burnham, K.P., D.R. Anderson y J.L. Laake. 1980. Estimation of density from line transect sampling of biological populations. *Wildlife Monograph*. 72.
- CETENAL. 1981. *Carta Geológica, E14B33, E14B34, E14B43, y E14B44*. Tlaxcala, Huamantla, Apizaco y Tepetlaxco. 1:50, México.
- Chávez, C.J., Ramos, M.T. y T.B. Nuri. 1990. *Plan de manejo integral para el Parque Nacional "La Malinche", Tlaxcala y su área de amortiguamiento*. Cuadernos del CIIH, UNAM : Seminario 1: 217-237.
- Colín, J.B. y N.D. Burgess. 1992. *Bird Census Techniques*. Academic Press Inc. San Diego.
- Davis, D.E. 1942. A new census method applied to Cuban birds. *Ecological*. 23: 370-376.
- DeSante, D.F. 1981. Censusing technique in a California coastal scrub breeding bird community. *Studies in Avian Biology*. 6: 177-186.
- DeSante, D.F. 1986. A field test of the variable circular-plot censusing method in a Sierra subalpine forest habitat. *The Condor*. 8: 129-142.
- Gobierno Federal. 1938. *Organo del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos*. Diario Oficial de la Federación, 6 de octubre.
- Emlen, J.T. 1971. Populations densities of birds derived from transect counts. *The Auk*. 88: 323-342.
- Emlen, J.T. 1977. Estimating breeding season bird densities from transect counts. *The Auk*. 94: 455-468.
- Engstrom, T. 1981. The species-area relationship in spot-map censusing. *Studies in Avian Biology*. 6: 421-425.
- Enemar, A. 1959. On the determination of the size and composition of a passerine bird population during the breeding season. *Var Fagelvarld, Supplement*. 2: 1-114.

- Erffa, V.A. 1975. *Geología de la Cuenca alta de Puebla-Tlaxcala y sus contornos*. Fundación Alemana para la investigación científica. México, Comunicaciones. 13: 96-106.
- Errington, P.L. y F.N. Hamerstrom. 1936. The northern bob-white's winter territory. *Iowa St. College, Agricultural Exp. Sta. Res. Bulletin*. 53: 301-443.
- Fernández, G.T. 1987. *Estudio Ecológico del bosque de Abies religiosa (H.B.K.), en el Parque Nacional "La Malintzin" en el estado de Tlaxcala, México*. Tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM.
- Fisher, J. y H.G. Ververs. 1939. The world distribution and numbers of breeding gannets. *Bulletin Britan Club*. 40: 39-41.
- Forbes, S.A. 1907. An Ornithological cross-section of Illinois in autumn. *Bulletin. St. Laboratory Natural History*. 7: 305-332.
- Forbes, S.A y A. Cross. 1921. The orchard birds of an Illinois summer. *Bulletin. Natural History, survey*. 14: 1-8.
- Franzreb, K.E. 1976. Comparison of variable strip transect and spot-map methods for censusing avian populations in a mixed-coniferous forest. *The Condor*. 78: 260-262.
- Franzreb, K.E. 1981a. A comparative analysis of territorial mapping and variable-strip transect censusing methods. *Studies in Avian Biology*. 6: 164-169.
- Franzreb, K.E. 1981b. The determination of avian densities using the variable-strip and fixed-width transect surveying methods. *Studies in Avian Biology*. 6: 139-145.
- Fuller, R.J. y Langslow, D.R. 1984. Estimating numbers of birds by point counts; how long should counts. *Bird Study*. 31: 195-202.
- García, E. 1964. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. *Instituto de Geología*. UNAM. pp 252.
- Grading, B. 1941. Valley quail census methods and populations at the San Joaquín Experimental Range. California. *Fish and Game*. 27: 33-38.
- Gómez, A.G. y R. Terán. 1981. *Contribución al estudio de los vertebrados terrestres mexicanos*. I. Congreso Nacional de Mastozoología, AMMAC. ( En prensa )

- Gómez, A.G., García, M.G. y Reyes, G.R. 1991. *Los mamíferos del Parque Nacional Malinche, Edo de Tlaxcala*. I. Congreso Nacional de Mastozoología, AMMAC. ( En prensa )
- Gómez, A.G. y R. Reyes. 1992. *Densidad de población y utilización de la vegetación y hábitos alimenticios de parúlidos en el Volcán Malinche; Tlaxcala, México*. ( En prensa )
- Hamel, B.P. 1984. Comparison of variable circular-plot and spot-map censusing methods in temperate deciduous forest. *Ornis Scandinavica*. 15: 266-274.
- Hayne, D.W. 1949. An examination of the strip census methods for estimating animal population. *Journal Wildlife Management*. 13: 145-157.
- Hutchinson, E.G. 1981. Introduction of the Ecology poblations. *Ecology*. Ed. Blume. 463pp.
- Kendeigh, S.C. 1944. Measurement of bird populations. *Ecological Monographs*. 14: 67-106.
- Lay, D.W. 1940. Bob-white populations as effected by woodland management in eastern Texas. *Tex. Agr. Exp. Sta. Bulletin*. 592: 1-37.
- Leopold, A. 1933. *Game management*. New York, Chas. Scribner's Sons. London.
- Lincoln, F.C. 1930. Calculating waterfowl abundance on the basis of banding returns. *U.S. Dept. Agr. Circ*. 118: 1-4.
- Lockely, R.M. y H. Salmon. 1936. The Grassholm gannets : a survey and census methods. *Brits. Birds*. 27: 142-152.
- Mayfield, H.F. 1981. Problems in estimating population size through counts of singing males. *Studies in Avian Biology*. 6: 220-224.
- Meade, A.M. 1982. *Tlaxcala, antiguos Volcânes y sus Llanos*. Monografía Estatal. S.E.P. Tlaxcala, México.
- Meade, A.M. 1986. *Monografía de Contla*. Ed. Centro de Estudios Monográficos de Tlaxcala, México.
- Melo, G.C. 1977. *Parques Nacionales (Conferencias)*. Instituto de Geografía, UNAM. Series varios. Tomo I vol.2
- Muñoz, C.D. 1947. *Historia de Tlaxcala*. Pub. Ateneo de Ciencias y Artes de México. 2da, México.

- O'Connor, R.J. 1981. The influence of observer and analyst efficiency in mapping method census. *Studies in Avian Biology*. 6: 372-386.
- O'Connor, R.J. y R.F. Fuller. 1985. Birds population responses to habitat. In *Birds Census and Atlas Studies: Proceeding of the VII International Conference on Bird Census*. Tring. England, British Trust for Ornithology.
- Raphael, M.G. 1984. Wildlife populations in relation to standars age and area in Douglasfir forest of northwestern California. *Fish and wildlife relationships in old-growth forest: proceedings of a symposium*. Am.Inst. Fishery Res. Biologists. Alaska.
- Reyes, G.R. 1993. *Densidad Poblacional, reproducción, uso de la vegetación y habitats alimenticios del Chipe orejas de plata *Ergaticus ruber*; en el Volcán Malinche, Tlaxcala*. Tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM. México D.F., 84pp
- Reynolds, R.T., J.M. Scott y R.A. Nussbaum. 1980. A variable circular-plot method for estimating bird number. *The Condor*. 82: 309-313.
- Richards, D.G. 1981. Enviromental acoustics and census of singing birds. *Studies in Avian Biology*. 6: 297-300.
- Robbins, C.S. 1981. Effect of time of day on birds activity. *Studies in Avian Biology*. 6: 275-286.
- Sánchez de Tagle, C. 1978. *Contribución al conocimiento de la herpetofauna del Parque Nacional Malinche*. Tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM.
- Scott, M.J., Ramsey, F.L. y Kepler, C.B. 1986. Forest birds communities of the Hawaiian Islands. *dinamycs, ecology, stadistic and conservation*. *Studies in Avian Biology*. 9: 1-431.
- Scott, M.J. y Ramsay, F.L. 1981. Length of count period as possible source of bias in estimating birds densities. *Studies in Avian Biology*. 6: 409-413.
- Sosa, A. 1956. *Introducción al análisis ecológico*. México. For. 5: 9-10.
- Szaro, R.C. y M.D. Jakle. 1982. Comparisons of variable circular-plot and spot-map methods in desert riparian and scrub habitats. *The Wilson Bulletin*. 94: 546-550.

- Telleria J.L y V. Garza. 1981. Methodology features in study of a distribution forest bird community. *In bird census an mediterranean landscape*. Proceedings VII. International Congress Bird Census. IBCC/D. Purroy F.J; Univesity Lion. 89-92.
- Verner, J. 1985. Assessment of counting techniques. *Curr. Ornithology*. 2: 247-302.
- Wagner, J.L. 1981. Sensasonal change in guild structure: oak woodland insectivorous bird. *Ecology*. 62: 973-981.
- Wiens, J.A. 1989. *The Ecology of bird Communities* vols. 1 and 2. Cambridge University Press.
- Williams, A.B. 1936. The composition and dynamics of a beech-maple climax community. *Ecological Monograph*. 6: 317-408.



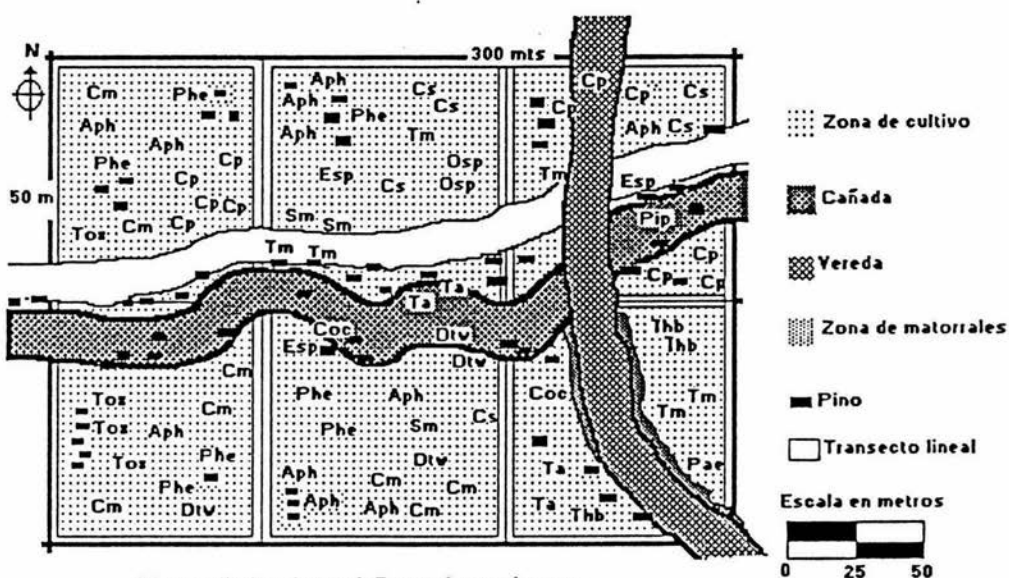
## **APENDICE**

Especies de aves consideradas en los censos realizados en el presente estudio, con sus respectivas abreviaturas

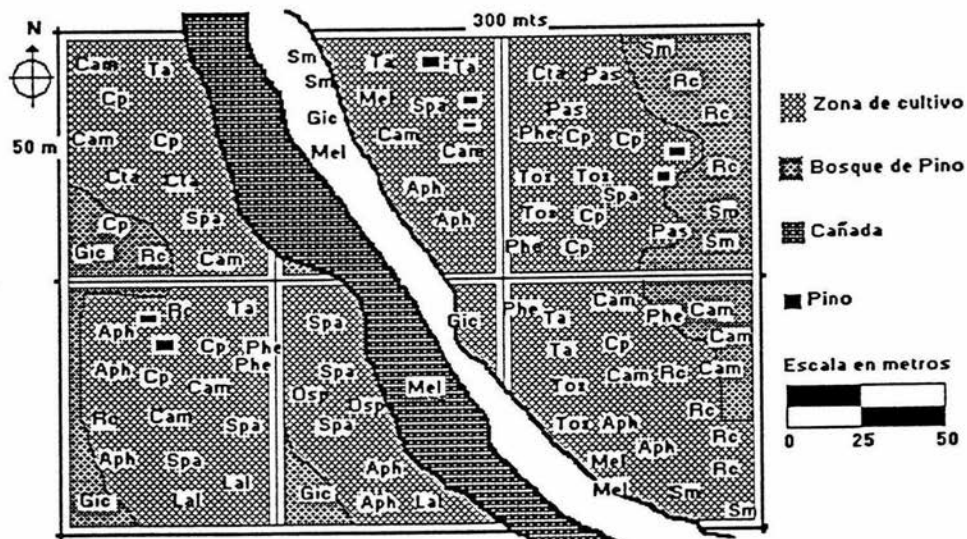
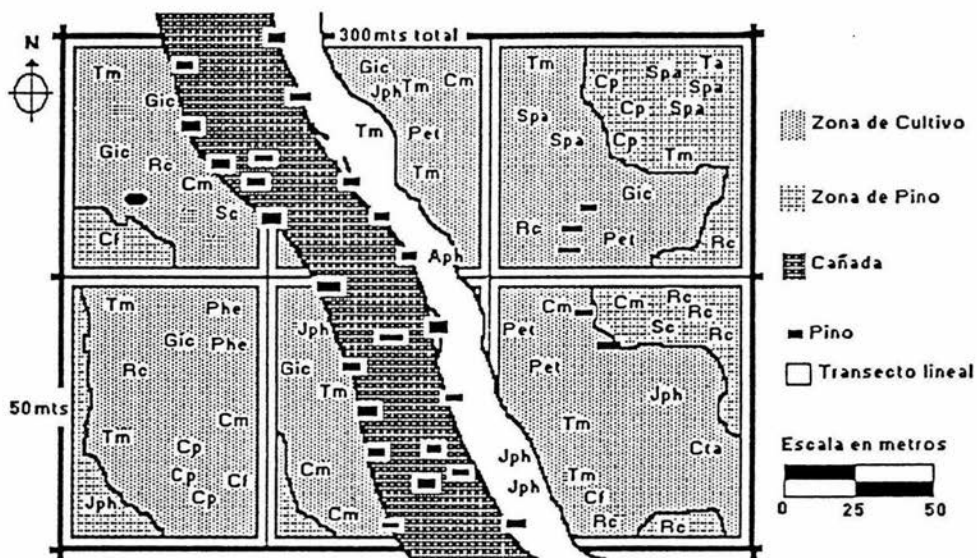
---

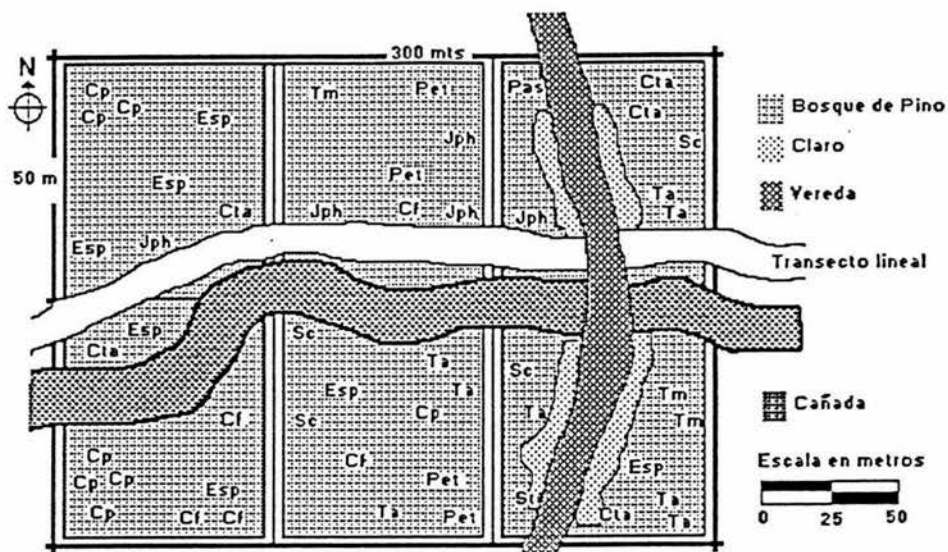
Zm. *Zenaida macroura*.  
Cta. *Colibri thalasinus*.  
Slpa. *Selasphurus platycercus*.  
Sef. *Selasphurus rufus*.  
Pic. *Picooides villosus*.  
Coa. *Colaptes auratus*.  
Esp. *Empidonax sp.*  
Aph. *Aphelocoma coerulescens*.  
Psm. *Psaltriparus melanotis*.  
Sc. *Sitta carolinensis*.  
Cf. *Certhia familiaris*.  
Thb. *Thryomanes bewickii*.  
Ta. *Troglodytes aedon*.  
Rc. *Regulus calendula*.  
Sm. *Sialia mexicana*.  
Cao. *Catharus occidentalis*.  
Ctg. *Catharus guttatus*.  
Tm. *Turdus migratorius*.  
Tox. *Toxostoma curvirostre*.  
Lal. *Lanius ludovicianus*.  
Viu. *Vireo huttoni*.  
Denc. *Dendroica coronata*.  
Dent. *Dendroica towsendii*.  
Wp. *Wilsonia pusilla*.  
Er. *Ergaticus ruber*.  
Mm. *Myoborus miniatus*.  
Pet. *Peucedramus taeniatus*.  
Phe. *Pheucticus melanocephalus*.  
Grc. *Giraca caerulea*.  
Pip. *Pipilo erithrophthalmus*.  
Pif. *Pipilo fuscus*.  
Osp. *Oriturus superciliosus*.  
Spa. *Spizella passerina*.  
Mel. *Melospiza lincolni*.  
Jph. *Junco phaenotus*.  
Stm. *Sturnella magna*.  
Icg. *Icterus galbula*.  
Icp. *Icterus parisorum*.  
Cam. *Carpodacus mexicanus*.  
Loc. *Loxia curvirostra*.  
Cp. *Carduelis pinus*.  
Cs. *Carduelis saltria*.

MAPEOS REALIZADOS DURANTE EL VERANO, OTOÑO E INVIERNO DE 1993-1994, QUE MUESTRAN A LOS INDIVIDUOS DE CADA UNA DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN LAS TRES ZONAS DE ESTUDIO.

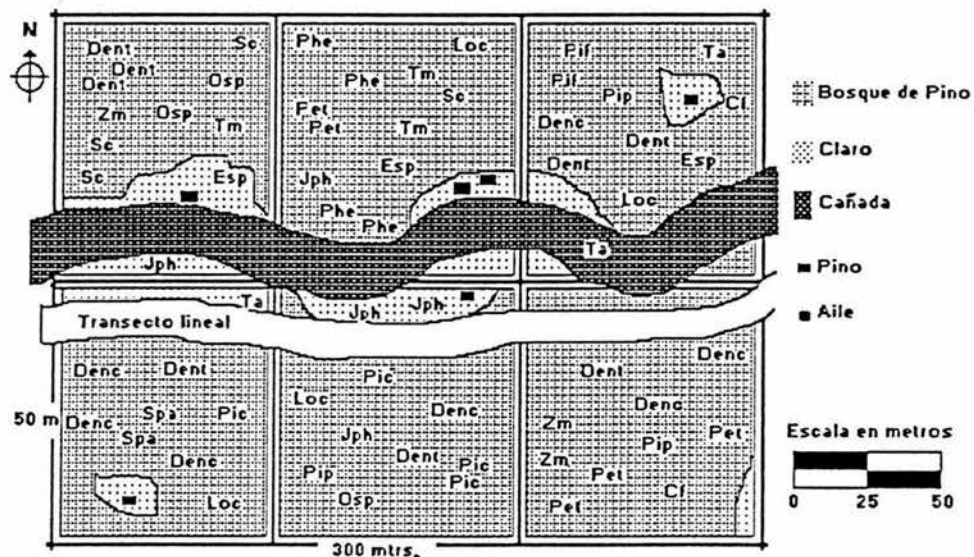


Mapeo realizado en la zona de Ecotono durante el verano.





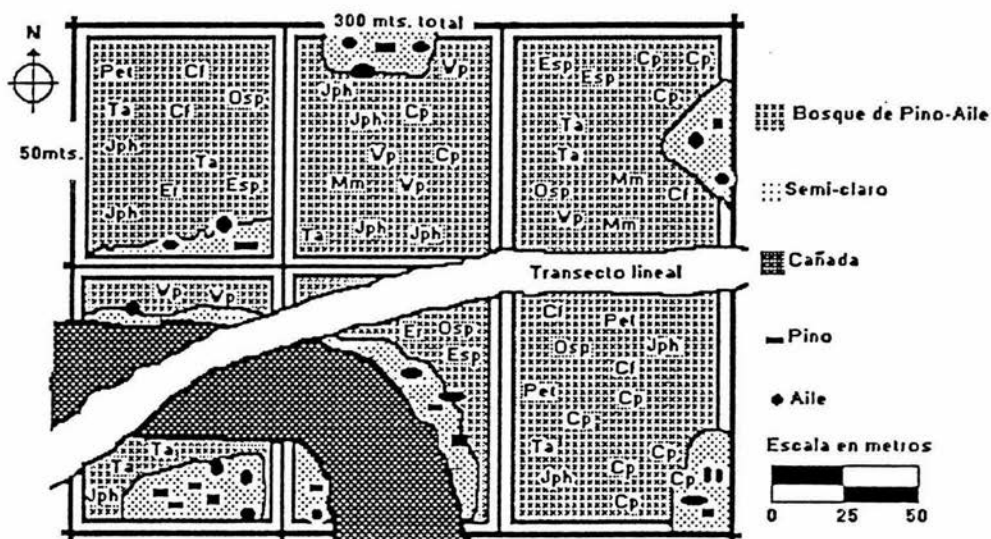
Mapeo realizado en el Bosque de Pino durante el verano.



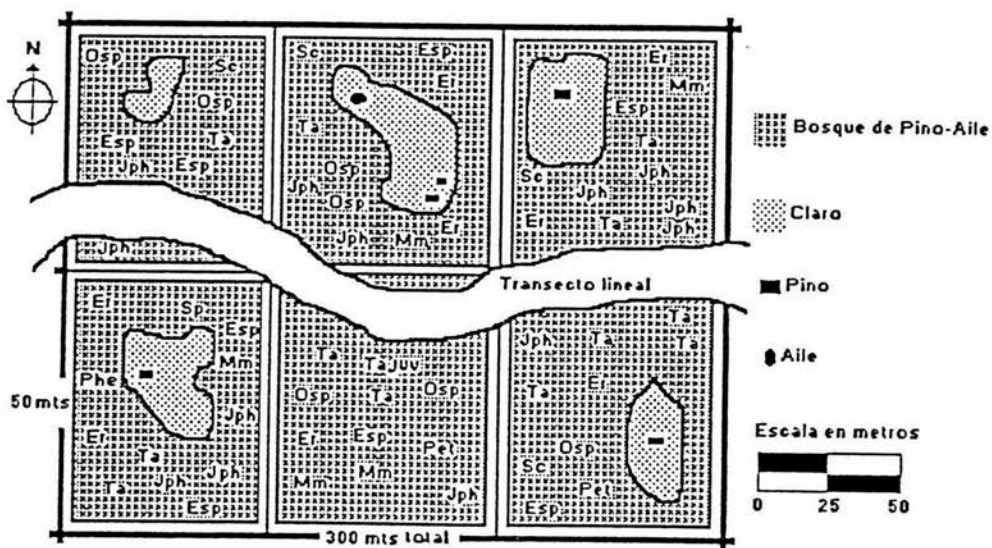
Mapeo realizado en el Bosque de Pino durante el otoño.





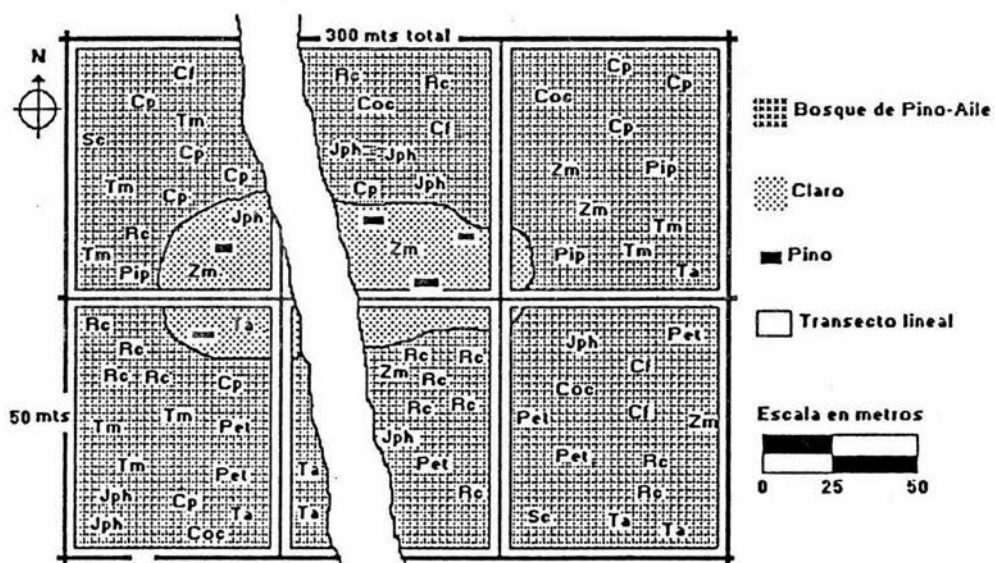


Mapeo realizado en el Bosque de Pino-Aile durante el invierno.



Mapeo realizado en el Bosque de Pino-Aile durante el otoño.





Mapeo realizado en el Bosque de Pino-Aile durante el invierno.