

189



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

“Patrones de dispersión de neonatos de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) en la región de Nizanda, Oaxaca”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

B I O L O G O

P R E S E N T A :

OSCAR MANUEL SALVATORE OLIVARES

294314

DIRECTOR DE TESIS: DR. VÍCTOR HUGO REYNOSO ROSALES



MÉXICO, D. F.



2001

FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR



Universidad Nacional
Autónoma de México



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
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

MAT. MARGARITA ELVIRA CHÁVEZ CANO
Jefa de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis: "PATRONES DE DISPERSION DE NEONATOS DE IGUANA NEGRA (Ctenosaura pectinata) EN LA REGION DE NIZANDA, OAXACA".

realizado por OSCAR MANUEL SALVATORE OLIVARES

con número de cuenta 9560676-5 , pasante de la carrera de BIOLOGIA

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis
Propietario

DR. VICTOR HUGO REYNOSO ROSALES

Propietario

M. en C. FRANCISCO JAVIER MANJARREZ SILVA

Propietario

M. en C. JORGE E. MORALES MAVIL

Suplente

BIOL. VICTOR AGUIRRE HIDALGO

Suplente

DRA. LUCIA ALMEIDA LEÑERO

FACULTAD DE CIENCIAS
U.N.A.M.

Consejo Departamental de Biología

Edna María Suárez Díaz

DRA. EDNA MARIA SUAREZ DIAZ



DEPARTAMENTO
DE BIOLOGIA

Esti chupa iza Nizanda
buzu gadena cana saya de nuchi
ndani dani ti oír el silencio, a beber
de ra yuu ne cayasibe ne ira guchachi.

Nedeira iraa recuerdo esti
Guidxi binizaa sti niza guie roó
Sti bini gola ne llaga naroba bisugadena.

Para Lupita y Mc. Koy.

Reconocimientos

De una forma muy personal agradezco al Dr. Víctor Hugo Reynoso, personaje estelar en estos mis primeros pasos dentro de la ciencia, que sin duda han de dejar una huella muy agradable de recordar.

Al Biol. Víctor Aguirre por su jugosa aportación tanto en campo como durante la realización de este manuscrito.

Al Dr. Ubaldo Villa y al Dr. Salvador Sánchez por su ayuda incondicional, que permitió desenredar los nudos que se enfrentaron durante la elaboración de la investigación.

Al Dr. Hugh Drummond por compartir una pizca de su conocimiento y experiencia, que resultaron indispensables para los cimientos de esta investigación.

A mis compañeros de la CNAR, Rodrigo Rojas, Humberto Salas, Georgina González, Francisco y Michelle.

A la afectuosa gente del poblado Nizanda, muy en particular a Claudia y Dino por todas las facilidades y por compartir el amor por su tierra.

Al maestro Joshua, por su generosa dirección y mostrarme la forma de expresar esta investigación a través de imágenes.

ÍNDICE

Resumen	i
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	5
Objetivo general	5
Objetivos específicos	5
ANTECEDENTES	5
Técnicas de rastreo en reptiles	5
<i>Marcajes radiactivos</i>	
<i>Marcaje con luz ultravioleta</i>	
<i>Uso de radiotransmisores</i>	
<i>Uso de spoolers</i>	
Biología de la iguana negra	13
<i>Distribución</i>	
<i>Descripción de la especie</i>	
<i>Hábitos alimenticios</i>	
<i>Depredación</i>	
<i>Reproducción</i>	
<i>Biología de los neonatos</i>	
ÁREA DE ESTUDIO	20
Localización	20
Descripción de las zonas de trabajo	21
Nizanda y la iguana negra	24
MÉTODO	24
Aspectos generales	24
Patrones de desplazamiento horizontal	27
Velocidad de desplazamiento	30
Rutas de desplazamiento vertical	32
Depredación	33
Evaluación del método	33

RESULTADOS	34
Patrones de desplazamiento horizontal	34
<i>Dirección preferencial</i>	
Primera etapa	
Segunda etapa	
Primera y segunda etapa juntas	
Velocidad de desplazamiento	39
<i>Distancias recorridas</i>	
<i>Efecto de la temperatura</i>	
<i>Efecto de la lluvia</i>	
<i>Efecto de la temperatura y lluvia en el desplazamiento de nidadas individuales</i>	
Milpa de Berna	
Milpa de las palmeras	
Milpa de Félix	
Rutas de desplazamiento vertical	55
<i>Movimientos sobre el perfil vegetacional</i>	
<i>Preferencia de estrato</i>	
Depredación	59
<i>Depredación por aves</i>	
<i>Depredación por lagartijas</i>	
<i>Depredación por serpientes</i>	
DISCUSIÓN	62
Patrones de desplazamiento horizontal	62
<i>Dirección preferencial</i>	
<i>¿ Conducta grupal de desplazamiento?</i>	
Velocidad de desplazamiento	66
<i>Distancias recorridas</i>	
<i>Estructura física del entorno</i>	
<i>Conductas en la dispersión</i>	
<i>Efecto de la temperatura y precipitación</i>	
<i>Factor herencia en la velocidad de desplazamiento después de la eclosión</i>	
Rutas de desplazamiento vertical	71
Depredación	72

EVALUACIÓN DEL MÉTODO DE SPOOLERS	73
Indicadores negativos del método	76
<i>Iguanas atoradas</i>	
<i>Iguanas perdidas</i>	
<i>Iguanas que pierden spooler</i>	
Indicadores positivos del método	80
<i>Iguanas muertas no depredadas</i>	
<i>Iguanas que terminaron todo el hilo</i>	
<i>Ejemplos de casos aislados</i>	
Eficiencia del método	85
Problemas del método y sugerencias para estudios posteriores	87
CONCLUSIONES	91
Patrones de desplazamiento	91
<i>¿ Conducta grupal?</i>	
Velocidad de desplazamiento	92
<i>Estructura del entorno</i>	
<i>Conductas en la dispersión</i>	
<i>Efecto de la temperatura y la precipitación</i>	
<i>Factor herencia</i>	
Desplazamiento vertical	94
Depredación	95
Efectividad del método	95
LITERATURA	96

Resumen

Con este estudio se pretende conocer patrones de dispersión de neonatos de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) al momento de su nacimiento, integrar diversos conocimientos acerca de su alimentación y conducta para conocer patrones más claros de su biología. El estudio se realizó en cuatro milpas en el poblado zapoteca de Nizanda, perteneciente al municipio de Asunción Ixtaltepec en el estado de Oaxaca. El estudio se basó en el método de carretes o spoolers, que consiste en colocar un carrete de hilo en la espalda de los neonatos dejando salir el hilo libremente por un extremo del carrete. Se registraron los ángulos y distancias de su recorrido diario hasta que se agotó el hilo o murió la iguana. No se utilizaron radiotransmisores tanto por su elevado costo, así como el tamaño del organismo. Sin embargo, el método de spoolers permitió la obtención de datos de desplazamiento a un costo muy inferior, sin necesidad de equipo especial y sin lastimar a los neonatos durante la investigación. Debido a que es la primera ocasión que se empleó este método con iguanas, se establecieron las deficiencias y los posibles errores, mismos que servirán para que en un futuro no se cometan. Se emplearon 168 neonatos de 15 nidadas en dos etapas, durante los meses de junio y julio de 1998 y 1999, mismos que se pesaron, midieron y se marcaron para su identificación individual. Se obtuvo el recorrido real. Los datos se analizaron utilizando estadística circular que permitió entender de qué forma se dio la dispersión, si existió una dirección preferencial y si hubo una diferencia en las velocidades de desplazamiento entre dos muestras. La prueba de Rayleigh aplicada en cada una de las etapas demostró que los valores no se distribuyen de forma uniforme en ambos casos ($p= 0.00001$) lo que demuestra que el desplazamiento no es azaroso y que existe una dirección preferencial. Al aplicar la prueba de Watson-Williams se encontró que en las etapas 1 y 2 las direcciones promedio son similares ($F = 2.59, p = 0.08$) indicando que hay una dirección preferencial repetida año con año. La prueba de Hotelling para dos muestras determinó que los centros de los elipses de confianza son diferentes, sugiriendo un mayor desplazamiento si la vegetación escasea y al aplicarles a estos valores una prueba de t , se encontró que las dos muestras presentaron una tendencia de dirección en ambos ejes. En todos los casos, esta dirección preferente parece estar influenciada por una mayor abundancia de vegetación que en otras zonas. El desplazamiento se llevó a cabo de forma individual, nunca se observaron parejas o grupos pequeños de neonatos desplazándose juntos durante la investigación. Los neonatos se desplazaron un promedio diario de 78 metros, sin embargo, algunas iguanas, denominadas aventureras, se llegaron a desplazar un promedio de más de 100 metros diarios. Únicamente el 5% del total de las iguanas terminó con el hilo del carrete. Este valor significa que un 95% de los neonatos no se desplazaron más allá de 180 metros a la redonda del nido en un período de 15 días. Sólo en condiciones extremas, la temperatura influye significativamente en el desplazamiento, sin embargo, la precipitación tuvo un efecto negativo cada vez que se presentó. Un dato de gran importancia fue que posiblemente el factor hereditario impera en la determinación de desplazarse lejos del nido inmediatamente después de nacer, sobre otros factores como son la temperatura, la precipitación y el entorno. Se determinó que el estrato más empleado fue el suelo, seguido de los arbustos pequeños y los árboles. Se registraron iguanas que treparon más de diez metros sobre un árbol. De las 168 iguanas el 10% fueron depredadas. Un 62% por aves, 25% por lagartijas y un 12% por serpientes. El número de neonatos muertos por causas ajenas a la depredación fue de 15, la mayoría al enredarse con el hilo. Principalmente se enredaron con la marca de la chaquirita en la cola, algunos perdieron la cola, pero lograron zafarse del hilo y continuar con su desplazamiento. El número total de iguanas enredadas fue de 18. Uno de los datos más importantes para evaluar este método fue el de las neonatos que perdieron el spooler, cerca del 30% lo pierde, sin embargo, esto ocurrió hasta los días cinco y seis, no obstante los datos se emplearon en la investigación. El pegar el spooler con kola-loka ocasionó necrosis en la piel de las iguanas, esto se remedió aplicando una capa previa de barniz para uñas, y pegando el carrete sobre ésta. Los días con lluvia facilitaron la caída del spooler. Se perdieron 28 neonatos lo que representó el 17% del total. Estos resultados proporcionaron información acerca de la alimentación, de la conducta posterior al nacimiento y de la movilidad de los neonatos dependiendo de las condiciones ambientales; se registraron muertes por accidentes que con el empleo de otro método actual no se registrarían. Como cualquier proceso biológico, el patrón de dispersión de los neonatos de iguana negra es multifactorial, y en este caso está determinado por: la presencia de cierto tipo de vegetación en la zona, la abundancia de alimento, factores climáticos como lluvia y temperatura, herencia, depredadores, perturbación humana, así como conductas individuales. El empleo de este método resultó exitoso al ser recabados un mayor número de datos de los esperados inicialmente así como por los datos nuevos obtenidos durante la investigación. Los datos revelan que el carrete no resulta ser un impedimento para que los neonatos se desplacen como lo harían normalmente.

Palabras clave: *Ctenosaura pectinata*, neonato, spooler, carretes, desplazamiento.

INTRODUCCIÓN

Existe una gran falta de información sobre la biología de la iguana negra *Ctenosaura pectinata*, desde su nacimiento hasta el momento de su reproducción, por lo tanto, es indispensable conocer aspectos de crecimiento, dispersión y sobrevivencia de crías y juveniles, que difieren en gran medida a los adultos. De esta forma, los procesos ecológicos (alimentación, sobrevivencia, dispersión, etc.) serán más fáciles de comprender e identificar. Las características como edad, sexo, tamaño y peso, van a determinar lo viable que se encuentra un organismo para llevar a cabo su dispersión.

La dispersión es un término ecológico que se refiere a la distribución espacial de un individuo dentro de una población local (Brown y Gibson, 1983). Es un hecho que individuos de diferentes edades o sexos, nunca tendrán los mismos requerimientos. Sin embargo, son pocos los estudios que se han hecho en relación con la dispersión (Tinckle, 1967). A la fecha, ha sido prácticamente ignorada, en parte, por la gran dificultad de su estudio. Dobson y Jones (1985), señalan que esta parece estar determinada por múltiples factores que dependen tanto de la biología de la especie como del entorno (en Lidicker y Stenseth, 1992). Es un proceso en tres etapas (Anderson, 1988; Lidicker y Stenseth, 1992) que comienza con la fase de salida (desde el nido de los neonatos o desde el área de hogar de adultos), la fase transitoria y la fase de asentamiento en el nuevo entorno. Una zona de dispersión se define como un hábitat accesible a dispersiones potenciales y que es suficientemente buena para sobrevivir en ella, al menos temporalmente. La dispersión en neonatos se puede definir como el desplazamiento entre el punto de origen (nido) y el punto en donde se encontrará en su primera reproducción. Posiblemente tanto un factor congénito, así como estímulos ambientales (positivos y negativos) determinen el que un individuo se disperse o no.

El método más viejo para investigar el proceso de dispersión es la observación directa de los movimientos de un organismo de un sitio a otro, sin intervenir en ningún sentido. Esto es posible, sólo si se trata de organismos visibles, de tamaño mediano a grande, a fin de ser fácilmente identificados individualmente sin ser perturbados. Sobre todo la densidad de las poblaciones en el área de estudio no deberá ser muy alta, ya que si hay muchos individuos se corre el riesgo de una confusión al momento de la identificación, alterando datos de la investigación.

Recientemente se ha ido incrementando la manipulación de organismos o de sus entornos en un modo u otro con la finalidad de obtener datos para describir y entender mejor la dispersión. Estas manipulaciones incluyen: el marcaje, ya sea por radiotransmisores, fluorescencia, etc., y manipulaciones de la población estudiada, retirando o introduciendo organismos con el fin de saber quien y en que frecuencia se dispersa.

La mayoría de los estudios en iguanas se han realizado con iguana verde. Y se ha encontrado que: en un medio natural, los neonatos de iguana verde cavan su camino al exterior en forma comunitaria. Dependiendo de la profundidad del nido y de las características del sustrato. Esto puede tardar hasta siete días (Rand, 1968). Burghardt (1977) documentó un alto grado de socialización y coordinación en los movimientos entre neonatos de iguana verde durante el proceso de abandonar el nido a través de un agujero. Al emerger en conjunto de uno o más nidos, frecuentemente pasan algunos minutos en el exterior moviéndose lentamente y ejecutando ciertas conductas que se presumen tienen una importancia social: movimientos verticales y laterales con la cabeza, lengüetazos sobre el sustrato, ondeo de la cola, expansión de la papada, rozarse el vientre y el muslo. Todas estas conductas sugieren comunicación visual, y el lengüeteo y el rozar sugieren

comunicación química. Algunos estudios han demostrado que la comunicación química es de gran importancia en la vida de la iguana verde. (De Fazio *et al.*, 1977)

Los neonatos se lamen uno a otro frecuentemente y parten en la misma dirección, para reunirse de nuevo y continuar con la dispersión (Bock, 1984). Se cree que las direcciones en que se orientan las iguanas por grupos se basan en el olor corporal (Werner, 1987) y que el alto grado de socialización está relacionado con la prevención de depredadores después de la eclosión (Burghardt, 1977). Es posible que en condiciones naturales las nidadas establezcan, mediante marcas con heces fecales, su área temporal de hogar, que también podría repeler iguanas de otro grupo no relacionado. Esto puede significar que, por medio de un esfuerzo fisiológico se aseguran los recursos para la nidada y al mismo tiempo la visibilidad hacia los depredadores se reduce al mínimo (Werner, 1987). Estos animales algunas veces se mueven en grupos de hasta una docena y exploran juntos los alrededores. Se mueven en grupos siguiéndose los unos a los otros, atravesando el terreno y virtualmente en la misma dirección. Green *et al.* (1977), menciona que los grupos regularmente se mueven juntos y parece que influyen en las direcciones que tomarán las iguanas subsiguientes.

Se ha observado que dos factores sociales intervienen en su supervivencia:

- a) las interacciones sociales coordinadas, vigilancia y los movimientos del tipo gregario; y
- b) la restricción a breves períodos de intensa actividad en grupo.

El primer factor es efectivo porque los depredadores son por lo regular solitarios y pueden capturar no más de un organismo a la vez, por lo tanto la presencia de muchas iguanas causa confusión. En el segundo factor se encuentra el tiempo en que las iguanas trabajan juntas para salir del nido, así como para alimentarse en los períodos matutinos. Se

han registrado cocodrilos y lagartijas (*Basiliscus basiliscus*) atacando iguanas verdes en sus desplazamientos (Green *et al.*, 1977).

Este estudio pretende conocer los patrones de dispersión, los factores que influyen en ella, así como la conducta dispersiva de los neonatos de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) durante su dispersión inmediatamente después de su nacimiento, e integrar diversos conocimientos acerca de su biología. Esta información es determinante para entender los procesos biológicos de la iguana negra y en conjunto obtener un conocimiento integral y actual. Con esto se podrán determinar futuras investigaciones, así como un mejor y más redituable aprovechamiento del recurso así como su manejo en cautiverio y protección en estado silvestre.

Debido a la presión de captura y a la destrucción de su hábitat, las poblaciones de iguana negra se encuentran amenazadas en varias partes de su área de distribución, de ahí la importancia que tiene el establecer y llevar a cabo estudios de población, conducta y manejo sustentable de la especie.

Es difícil entender que existan escasos estudios acerca de muchas especies endémicas de nuestro país, sobre todo de aquellas de gran importancia económica y alimenticia que forman parte de las tradiciones regionales más arraigadas en nuestra cultura.

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar los patrones de dispersión de neonatos de *Ctenosaura pectinata* (iguana negra) después de abandonar el nido, así como los factores climáticos y de entorno de mayor influencia y la conducta durante el proceso.

Objetivos específicos

1. Determinar si existen direcciones preferenciales de desplazamientos en los neonatos al salir de sus nidos.
2. Establecer las distancias que recorren los neonatos en un período determinado.
3. Analizar sus desplazamientos verticales y distinguir el estrato más empleado.
4. Conocer aspectos de la conducta durante la dispersión.
5. Cuantificar la tasa de mortandad de los neonatos que intervinieron en la investigación y causas de depredación.
6. Evaluar la funcionalidad del método de estudio.

ANTECEDENTES

Técnicas de rastreo en reptiles

Los movimientos dentro y fuera de poblaciones animales, son críticos para entender una gran variedad de historias de vida y procesos ecológicos. Identificar los patrones temporales y espaciales de movimiento de los individuos de una población, es requisito previo para entender la razón ecológica y evolutiva de la dispersión, migración o movimientos intrahábitat de una especie (Cambell y Brodie, 1992).

Los métodos para determinar patrones de desplazamiento en reptiles son muy variados. Entre estos, está el empleo de marcadores radioactivos que se siguen mediante

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar los patrones de dispersión de neonatos de *Ctenosaura pectinata* (iguana negra) después de abandonar el nido, así como los factores climáticos y de entorno de mayor influencia y la conducta durante el proceso.

Objetivos específicos

1. Determinar si existen direcciones preferenciales de desplazamientos en los neonatos al salir de sus nidos.
2. Establecer las distancias que recorren los neonatos en un período determinado.
3. Analizar sus desplazamientos verticales y distinguir el estrato más empleado.
4. Conocer aspectos de la conducta durante la dispersión.
5. Cuantificar la tasa de mortandad de los neonatos que intervinieron en la investigación y causas de depredación.
6. Evaluar la funcionalidad del método de estudio.

ANTECEDENTES

Técnicas de rastreo en reptiles

Los movimientos dentro y fuera de poblaciones animales, son críticos para entender una gran variedad de historias de vida y procesos ecológicos. Identificar los patrones temporales y espaciales de movimiento de los individuos de una población, es requisito previo para entender la razón ecológica y evolutiva de la dispersión, migración o movimientos intrahábitat de una especie (Cambell y Brodie, 1992).

Los métodos para determinar patrones de desplazamiento en reptiles son muy variados. Entre estos, está el empleo de marcadores radioactivos que se siguen mediante

aparatos que registran radiación, las sustancias fluorescentes que se pueden distinguir fácilmente por medio de luz ultra violeta en la oscuridad, el uso de transmisores de diversas señales y el empleo de carretes de hilo o spoolers.

Marcajes Radiactivos

Spellerberg y Prestt (1978), Swingland (1978) y Ferner (1979) han revisado varios métodos y técnicas de marcaje en serpientes y otros vertebrados ectotérmicos. El marcaje de serpientes y otros reptiles ha permitido trazar historias de vida, las cuales revelan patrones de crecimiento, desplazamiento, reproducción y longevidad en poblaciones locales. Un marcaje radioactivo permitía su rastreado, día a día u hora tras hora, monitoreando las actividades de un organismo con más detalle y exactitud que cualquier otro método empleado hacia los años 70's. El empleo de marcajes radioactivos tiene la desventaja de llegar a causar lesiones graves o incluso matar al organismo. Aún más, si el organismo es depredado, el depredador puede salir dañado por la ingestión de sustancias tóxicas. Lo delicado de la implementación de esta técnica, puede provocar que las autoridades puedan restringir su utilización. Las sustancias más utilizadas para el marcaje radioactivo son: *tantalum 182* y *cobalto 60* (revisado en Seigel et al., 1987).

Karlstrom (1957), utilizó marcaje por medio de *cobalto 60* con el sapo *Bufo canorus*. Esto dió como resultado la primera gran discusión sobre el uso de marcadores radioactivos. Otro estudio famoso es el de Breckenridge y Tester (1961) con *Bufo hemiophrys*, quienes emplearon *tantalum 182* insertado debajo de la piel. Barbour et al. (1969) en estudios realizados principalmente con serpientes, causaron lesiones e incluso muerte de los organismos marcados con *cobalto 60* y el *tantalum 182*.

Ashton (1975) usó *cobalto 60* en la salamandra *Desmognathus fuscus*, haciendo una inserción en la cola del organismo. El marcaje provocó ulceraciones y heridas expuestas, que logró controlar con platino. Bennet et al. (1970) marcaron con *tantalum 182* tres especies de tortugas *Kinosternon subrubrum*, *Trachemys scripta* y *Deirochelys reticularia*, leídos con la ayuda de un medidor beta-gama (EP 432) con un rango máximo de siete metros. Ward (1976) hizo lo mismo pero con la tortuga *Clemmys guttata*.

O'Brien et al. (1965) marcaron un *Sceloporus undulatus hyacinthinus* externamente con *oro 198* colocado dentro de un tubo pequeño de polietileno atado al cuello. Con este método podía detectar la lagartija a una distancia de 1.5 a 4 metros por alrededor de una semana, para recapturarlo y colocarle un nuevo marcaje. Los marcajes radioactivos fueron el marcador más exitoso en el campo cuando los organismos eran demasiado pequeños para cargar un radiotransmisor. En la actualidad se ha dejado de trabajar con marcadores radioactivos.

Marcaje con luz ultravioleta

Hoy día se emplean marcajes por medio de pigmentos fluorescentes. Butler y Graham (1993) trabajaron con la tortuga dulceacuícola *Emydoidea blandingi*, y utilizaron luz ultravioleta para poder localizarlas en la noche. Con ello determinaron patrones de desplazamiento y ámbito hogareño. Este método tiene como ventajas ante los marcadores radioactivos, su fácil aplicación y bajo costo, además de no requerir de licencias especiales, entrenamiento en su manejo, ni equipo especial. Otros métodos de marcaje son los tatuajes, las ataduras de metal o plástico, las marcas en escamas y la coloración de la piel. Cada uno de estos métodos tiene diverso grado de funcionalidad, dependiendo el resultado que se deseé.

Uso de radiotransmisores

El uso de la telemetría en estudios de vida silvestre comenzó a finales de los años 50. Para la utilización de radiotransmisores es fundamental considerar la talla del organismo, ya que el radiotransmisor deberá ser suficientemente pequeño para no sobrepasar su peso interfiriendo con la conducta habitual del animal. Aún así, el radiotransmisor debe ser lo suficientemente grande para tener un intervalo de transmisión que permita el estudio sin problemas de interferencia por alcance (Ferner, 1979).

El transmisor se puede pegar o incluir dentro del organismo, a través de una pequeña abertura que después se sutura. Una serie de desventajas son: que el transmisor podría alterar la conducta del organismo al igual que la operación y recuperación así como la recarga de baterías o retiro del equipo al finalizar la investigación. Por otro lado, su uso reporta mejores resultados en zonas semi o desérticas que en zonas selváticas. En estas últimas la gran interferencia que crea la vegetación hace que la localización se vuelva más complicada, sumando los efectos de pendientes, riachuelos, etc. (Cambell y Brodie, 1992). Las experiencias de las investigaciones con radiotransmisores no eran muy alentadoras en un principio. Existe la anécdota de un investigador que financió la creación de dos radiotransmisores en un collar para cuello de ave con un costo de 5,000 dólares. Al utilizarlos en dos gallináceas, la primer ave desapareció volando rápidamente sin dejar rastro alguno, y la segunda voló hasta un árbol donde se estrelló debido al peso del transmisor y se rompió el cuello. No obstante gracias al incesante esfuerzo de investigadores, este método se ha consolidado, siendo hoy en día una de las herramientas más importantes y valiosas de los biólogos en estudios con fauna silvestre *in situ*. La gran comercialización de pequeños transmisores, dio como resultado un incremento en la

utilización de este método para estudios de ecología, conducta, y fisiología con reptiles, tanto en laboratorios como en el campo. Debido a la gran cantidad de publicaciones que se han generado utilizando telemetría, sólo se citarán ejemplos con reptiles.

Los primeros reportes del uso de telemetría con reptiles, en especial con serpientes fueron por Osgoob (1970) quien estudió termorregulación con el género *Nerodia*. Más tarde Fitch y Shirer (1971) registran los resultados del primer estudio intensivo con telemetría. Su estudio consistía en colocar radio transmisores en 67 serpientes de ocho especies, registrando diariamente la distancia del recorrido promedio por especie obteniendo patrones erráticos e irregulares. Algunas serpientes se fueron alejando progresivamente del punto de partida, tres organismos no mostraron ámbito hogareño, y otro organismo realizó movimientos cortos e irregulares característico de organismos residentes.

Los vipéridos han sido los reptiles más utilizados. El género *Crotalus* encabeza la lista (Landreth, 1973; Means, 1977; Moore, 1978; Galligan y Dunson, 1979; Jacob y Painter, 1980; Brown, 1982; Reinert y Cundall, 1982; Reinert, 1992; Duvall et al. , 1985, 1990; Reinert y Zappalorti, 1988a, 1988b; King y Duvall, 1990). En el género *Sistrurus* únicamente se han estudiado las especies de talla grande (Reinert y Kodrich, 1982). Además, otros reconocidos investigadores que han colaborado en el estudio de las serpientes son Fitch y Shirer (1971), Brown y Parker (1976), Henderson et al. (1976) y Madsen (1984). En la actualidad muchas investigaciones se están realizando con vipéridos (revisado en Campbell y Brodie, 1992).

Otro reptil estudiado con telemetría es la tortuga, ya que es fácil pegar el transmisor en su caparazón sin dañarlo. Gibbons et al. (1990), trabajaron con tortugas terrestres mientras que Belzer y Reese (1995), lo hicieron con tortugas dulceacuícolas.

Nieuwolt (1996), determinó el ámbito hogareño y los patrones de movimiento de una tortuga terrestre en Nuevo México, empleando telemetría. Trabajos recientes realizados con este método, fueron presentados en la 80ª Reunión Anual de la Sociedad Americana de Ictiólogos y Herpetólogos celebrada en Junio del 2000 en La Paz, B.C.S. México. Los trabajos reportados fueron Ball, Jenkins, Josh y White con anfibios, Galois, Hickerson, Lawson, Nicole Valenzuela y Ramsay con tortugas, Bennett, Kamees y Smith con serpientes, Romero con lagartijas y Morales-Mávil con iguana verde.

Los datos con lagartijas son pocos debido a su tamaño pequeño. Fisher y Muth (1995) trabajaron con *Phrynosoma mcallii* y Germano y Williams (1993) con la lagartija leopardo *Gambelia sila*, utilizando un chip de baja frecuencia con señal electromagnética con un código alfanumérico único para cada lagartija. Existen pocos trabajos publicados usando telemetría en estudios con iguanas. Los reportes que existen sobre el uso de telemetría en estudios con iguanas, han sido con iguana verde (*Iguana iguana*); Montgomery *et al.* (1973), emplearon un transmisor de collar, Bock (1989), Rand *et al.* (1989) y Morales-Mavil *et al.* (2000), utilizaron radio transmisores dentro del cuerpo del organismo. Actualmente no hay estudios de desplazamiento o ámbito hogareño ni siquiera a escala regional, con *Ctenosaura pectinata*.

Es difícil estimar el valor de la telemetría como una herramienta para el estudio de la biología conductual, ecológica y evolutiva de reptiles. Ha permitido la observación del mismo organismo, la adquisición remota de datos, y la reducción de la alteración que produce el investigador durante el proceso mismo. Sin embargo, la telemetría tiene desventajas que deberán considerarse antes de utilizarla. Primero, hay que enfrentarse al elevado costo de los transmisores, el equipo de rastreo, el entrenamiento para su empleo, pero principalmente la alteración a la conducta del organismo en la investigación. Deberá

ser bien definido la cantidad de organismos a monitorear, siendo lo adecuado entre 10 a 15 organismos con un máximo de 25 especímenes por investigador, tratándose de una especie que no se desplace distancias considerables. En el estudio se deberá obtener una gran cantidad de información estadística proveniente de un número pequeño de organismos estudiados. Una de las principales restricciones de la telemetría es el tamaño físico del animal a monitorear, ya que los transmisores son demasiado grandes y pesados para ser utilizados con especies pequeñas, e incluso con neonatos de especies de mediano a gran tamaño. En un futuro, con el perfeccionamiento de transmisores de menor tamaño, estos impedimentos se verán superados (Campbell y Brodie, 1992).

Uso de spoolers

La técnica con spoolers ha sido parte de las herramientas de los ecólogos conductuales desde hace mucho tiempo, pero ha sido poco utilizada. Consiste en colocar un carrete de hilo en la espalda del organismo, para posteriormente seguir el rastro que éste deja. El primer trabajo publicado fue el estudio ecológico de la tortuga, *Terrapene carolina*, donde se emplearon spoolers relativamente largos adheridos con cinta al caparazón del animal (Breder, 1927; Stickel, 1950). A pesar de esto, la técnica se ha desarrollado más en estudios con pequeños mamíferos, generalmente roedores, y son pocos los estudios empleando esta técnica con reptiles. El primer trabajo con mamíferos fue en 1976 para encontrar vectores de *Trypanosoma cruzi* (Miles, 1976), el método fue modificado y empleado más tarde para detectar los nidos de 16 especies de mamíferos arborícolas en la selva de Brasil (Miles et al. 1981). Por lo general se le ha empleado como una herramienta para conocer la ubicación de las madrigueras (García-Loredo, 1996). Algunos de los

estudios recientes para obtener patrones de movimiento en roedores son: Anderson (1988), Boonstra y Craine (1986), Key y Woods (1996).

Los beneficios del método son: bajo costo, no requiere equipo ni entrenamiento especial, la obtención de datos es fácil e inmediata, la cantidad de éstos dependerán del número de personas que los tomen. A diferencia de otros métodos éste se puede utilizar en zonas con abundante vegetación e incluso en cualquier tipo de estrato. La desventaja en reptiles, es que a partir de la segunda semana, los organismos mudaran de piel, por lo que el carrete se desprenderá.

En si, la dispersión cómo proceso biológico es menos interesante que los datos proporcionados por el método de spoolers mientras se lleva a cabo el estudio; como sería el caso de preferencia de estrato, depredadores, acciones conductuales, accidentes, errores en el mismo método, etc.

Biología de la iguana negra

La iguana negra (Fig. 1), es una especie que posee relevancia ecológica y económica en México. Ocupa un importante nicho ecológico como consumidor primario y se considera tradicionalmente una importante alternativa como fuente de proteína animal en zonas rurales (Saldaña,1987). Es una especie endémica para la República Mexicana (Flores-Villela y Gerez, 1998) y a pesar de ser considerada como especie amenazada (Diario Oficial de la Federación, 1994), no existen suficientes estudios biológicos con los que se permitan elaborar propuestas reales para su conservación (Flores-Villela, 1980; Bustos y Castro-Franco, 1996).

Clasificación de la iguana negra (Wiegmann, 1834):

Clase:	Reptilia
Orden:	Squamata
Familia:	Iguanidae
Subfamilia:	Iguaninae
Género:	<i>Ctenosaura</i>
Especie	<i>C. pectinata</i>

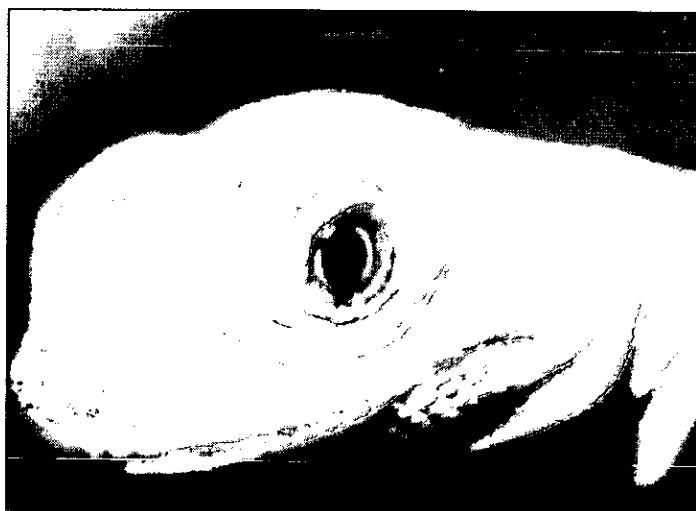


Fig. 1. Neonato de iguana negra.

A *Ctenosaura pectinata* se le conoce como iguana negra, debido a que, cuando adulta, su coloración predominante en su cuerpo es el negro. También se le conoce como iguana de roca, ya que para calentarse pasa mucho tiempo en sitios rocosos en donde los rayos de sol inciden de una manera directa. A los organismos adultos o viejos les llama

también garrobos aunque en algunas regiones el nombre garrobo es para designar al macho. Incluso algunas personas llegan a pensar que se trata de dos especies diferentes.

La iguana negra es muy asediada primordialmente por su carne, huevos y piel en casi todos los lugares donde ésta se distribuye (Garrido y Sandoval, 1991). Se les captura precisamente en la época de la anidación (abril y mayo), ya que las hembras son las más apreciadas por sus huevos, que también sirven como alimento.

Distribución

La iguana negra se distribuye principalmente a lo largo de la costa del Pacífico y se puede encontrar en altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 1400m (Flores-Villela, 1991). Tiene una amplia distribución en el país, que va desde las dos terceras partes del estado de Sinaloa hasta el Istmo de Tehuantepec, en el sudeste de Oaxaca y la parte central de Chiapas (Garrido y Sandoval, 1992). También se le encuentra en las Islas Mariás en el Océano Pacífico. En México ha sido registrada para los Estados de Chiapas, Colima, Durango, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Puebla, Oaxaca, Sinaloa y Estado de México (Fig. 2), pero también se ha citado equivocadamente para los estados de Coahuila, Guanajuato, Quintana Roo, Veracruz y Yucatán. Ahora se sabe que se refieren a *C. similis*, *C. acanthura*, *C. hemilopha* y *C. defensor* (Flores-Villela, 1980).

La iguana negra vive en huecos de árboles, troncos secos, rocas y hoyos. Se ha adaptado perfectamente a los hábitats perturbados compartiendo espacios con el hombre, viviendo incluso en techos de las casas, cercas de piedra o en los mismos huertos familiares.

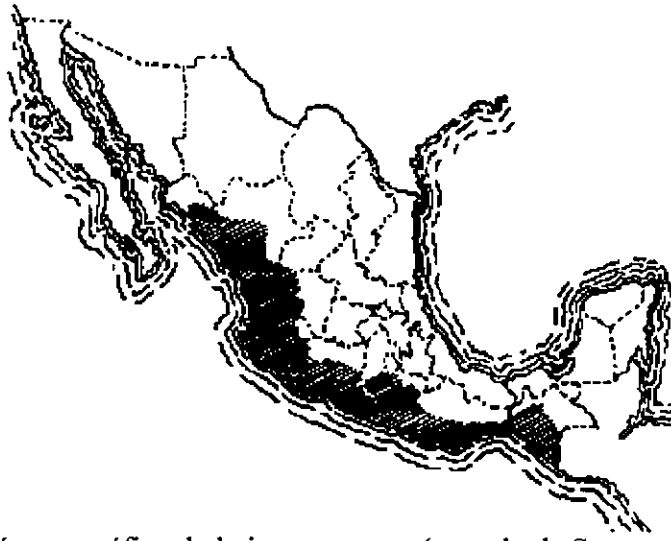


Fig. 2. Distribución geográfica de la iguana negra (tomado de Suazo y Alvarado, 1994).

Descripción de la especie

La iguana negra llega a medir hasta 1.20 m de longitud total. Su aspecto es feroz y robusto (Sánchez, 1992) con un cuerpo ligeramente comprimido. Presenta escamas de la hilera media dorsal alargadas formando una cresta dorsal cuyo tamaño es un indicativo de dimorfismo sexual, y una cola armada de fuertes escamas espinosas que utiliza como medio de defensa a modo de látigo. Su color generalmente es negro y en ocasiones con manchas irregulares que van desde el blanco hasta el amarillo; en ocasiones presenta las franjas regulares tan típicas de la iguana rayada *C. similis*. La cabeza es regularmente negra y no blanca o blancuzca como en otras especies. Las escamas del cuerpo son pequeñas y las de la cola más grande; estas últimas se entremezclan con anillos de escamas espinosas. Es fácil distinguir a la hembra del macho por sus características exteriores; el macho es de mayor peso y longitud del cuerpo, la longitud de la cabeza es mayor. La cresta dorsal es clave para la distinción de sexos, ya que en el macho ésta es de mayor tamaño, fácilmente reconocible, la cola es más larga y más gruesa en su base, y los poros femorales situados en

la parte posterior del fémur son más desarrollados en los machos que en las hembras (Alvarez del Toro, 1982).

La iguana negra, al igual que otros reptiles, presenta ecdisis periódicas (cambio de piel o muda). Antes de cada muda se forma una nueva capa de escamas debajo de la capa vieja, la cual se desprende entera. La capa que queda expuesta es blanda al principio pero a medida que se expone al sol y al aire se endurece. La frecuencia de la muda depende de varios factores como son: la cantidad y frecuencia del alimento ingerido, edad del animal, el estado general de salud, época del año y metabolismo, por lo que esta puede ocurrir una o varias veces a lo largo del año (Free y Frye, 1981). Es un organismo ectotérmico; es decir es altamente dependiente de la temperatura, que es la clave para sus procesos fisiológicos. Para elevar la temperatura corporal requieren de las radiaciones solares, así como ocultarse en lugares profundos o bajo piedras donde la temperatura no sufre cambios bruscos. Cuando su cuerpo se expone durante mucho tiempo a los rayos solares incrementando su temperatura corporal, necesitan lugares sombreados para disminuirla ya que tanto la hipotermia como la hipertermia les puede traer problemas metabólicos. Son de ciclo estacional corto, una vez al año influenciado por temperatura, fotoperíodos, lluvias y disponibilidad de comida.

Hábitos alimenticios

Valenzuela (1981), encontró en su estudio en Chamela, Jalisco, que la iguana negra es fundamentalmente herbívora cuando adulta y que de crías consumen insectos. Según sus resultados, 12 estómagos de *Ctenosaura pectinata* de tallas pequeñas (58 a 173 mm de longitud hocico- cloaca) contenían restos básicamente de artrópodos (Cuadro 1). Sin embargo, en los ejemplares de longitud superior a 225 mm, sólo encontró material vegetal.

Esto habla de la transición por la que atraviesa la iguana negra a lo largo de su vida en cuanto a hábitos alimenticios se refiere. Las iguanas al nacer se alimentan de artrópodos, en especial larvas, que proliferan al inicio del período de lluvias junto a la gran cantidad de plantas que comienzan a foliar, en sincronía con el nacimiento de las iguanas. Así, paulatinamente la iguana adquiere las bacterias necesarias para la digestión de la celulosa, y cercana al año, casi el total de su alimentación es meramente vegetal, pudiendo comer insectos o incluso pequeñas iguanas si la oportunidad se presenta (Reynoso, no publicado).

Cuadro 1. Frecuencia de aparición (%) de taxones de insectos en los contenidos de <i>Ctenosaura pectinata</i> (58 -173 mm. de L.H.C.), (Tomado de Valenzuela, 1981).		
Taxa	Estadio	Frecuencia de aparición (%)
Aranae	Adulto	9
Coleoptera	Adulto	18
Diptera	Larval	9
Hemiptera	Adulto	18
Lepidoptera	Larval	9
Orthoptera	Adulto	27
Restos de vertebrado (Lacertilia)		9
		Total 100%

Depredación

Los depredadores más comunes de la iguana negra, son mamíferos. El tlacuache (*Didelphis virginiana*), el tejón (*Nasua nasua*), y el zorrillo (*Conepatus sp.* y *Mephitis sp.*) depredan huevos. Serpientes como la limacoa (*Trimorphodon biscutatus*), el tapacaminos (*Conophis vittatus*) y la bejuquillo (*Oxybelis aeneus*), lagartijas como el pasa ríos (*Basiliscus vittatus*) y aves como el zanate (*Quiscalus mexicanus*) depredan crías. El gavilán lagartijero (*Buteo magnirostris*) depreda tanto crías como juveniles. Para las

iguanas adultas no se han reportado depredadores silvestres, sin embargo, animales domésticos como el perro puede hacer presa de ellas (Suazo y Díaz, 1994).

Reproducción

Su reproducción es estacional, similar al de otras especies del grupo *iguanae* (Bughardt y Rand, 1982), teniendo una puesta por año. En la región de Nizanda, Oaxaca, México, este período ocurre desde mediados de marzo hasta principios de mayo (Aguirre y Reynoso, 1998). La embriogénesis depende de la temperatura, ligeros incrementos de ésta pueden reducir enormemente el período de gestación. Irregularidades de temperatura pueden causar anomalías, incluso la muerte embrionaria (Harald, 1987). El tiempo promedio de incubación es de 80 días (Reynoso y Aguirre, 1998), con un tiempo mínimo de 66 días y máximo de 87 días. La incubación de los huevos es similar al reportado para esta iguana en otras regiones del país, finaliza a mediados de junio y principios de julio, lo que concuerda con el inicio de las primeras lluvias (Burghardt y Rand, 1982). Los principales sitios de anidación son los bordes de las milpas todavía sin cultivar, las áreas cercanas a los ríos, y orillas de los montes con tierra suave. Se tienen datos de que la iguana negra pone un promedio de 44 huevos con un rango de 16 a 71, un tamaño promedio de 28 mm y un peso de 5.8 g.

Biología de los Neonatos

Una vez concluido el desarrollo embrionario los neonatos comienzan a emerger del cascarón, pueden tardar 24 horas desde el inicio del rompimiento de la cáscara del huevo hasta finalizar la salida; después de terminar el proceso de eclosión, el neonato escarba un túnel para salir del nido e inmediatamente dispersarse en busca de un lugar adecuado para su supervivencia. La vegetación, que en el momento de la eclosión es abundante debido al

inicio de las lluvias, proporcionando protección a los neonatos, ya que por su color verde pueden fácilmente confundirse con el follaje. Al sentirse asechadas se quedan completamente estáticas únicamente moviéndose cuando el depredador se acerca demasiado o cuando éste se aleja. Son rápidas al desplazarse sobre tierra y gracias a su pequeño tamaño, cualquier arbusto o árbol puede ofrecerles un gran refugio.

Los neonatos recién nacidos miden en promedio 54 mm de longitud hocico-cloaca, con un peso promedio de 5 g, son de un color verde claro muy intenso parecido al de una hoja nueva en una planta. Esto les ofrece el beneficio del mimetismo ya que no será hasta el año de edad que comenzarán a cambiar su coloración por una más oscura de tonos grises y negros. La madurez sexual la alcanzan entre los 2 y 3 años de edad dependiendo de la calidad y disponibilidad del alimento (Suazo y Díaz, 1994). Su alimentación consiste en artrópodos (principalmente larvas), pequeños frutos, flores y ocasionalmente hojas, al salir del nido comienzan a probar cualquier cosa a su alrededor, tierra, hojas tanto de las plantas como aquellas en el suelo, lamen a otras iguanas y comienzan a dispersarse. Es esta una etapa muy importante ya que es aquí cuando a través de la ingestión de artrópodos, en especial de larvas adquieren las bacterias (alojadas en el tracto digestivo de los artrópodos) necesarias para posteriormente poder digerir compuestos vegetales ricos en celulosa, ya que en su fase adulta son únicamente herbívoras (Valenzuela, 1981).

ÁREA DE ESTUDIO

Localización

El poblado de Nizanda se ubica en el municipio de Asunción Ixtaltepec, en el estado de Oaxaca (Fig. 3), al sudeste de la República Mexicana, en el Istmo de Tehuantepec ($16^{\circ} 39' N, 95^{\circ} 00' W$)(Fig.4). Se localiza a 6 Km de la desviación a La Mata, sobre la carretera transístmica (No. 185), a 30 Km al sur de Matías Romero y 30 Km al norte de Juchitán (Fig. 5).



Fig. 3. Ubicación del estado de Oaxaca.

En la región predominan tres tipos de vegetación típicas de zonas subhúmedas: selva mediana subperenifolia, selva baja caducifolia y selva baja espinosa. También es posible encontrar manchones aislados de vegetación xerófila asociados a formaciones cársticas. La altitud es de 200 m.s.n.m. y presenta una precipitación anual de 928.7 mm. El clima es Aw0, existe una marcada estacionalidad, con época seca de noviembre a abril y lluviosa de mayo a octubre. La temperatura anual es de $27.3^{\circ}C$ (Pérez y Meave, 1998).

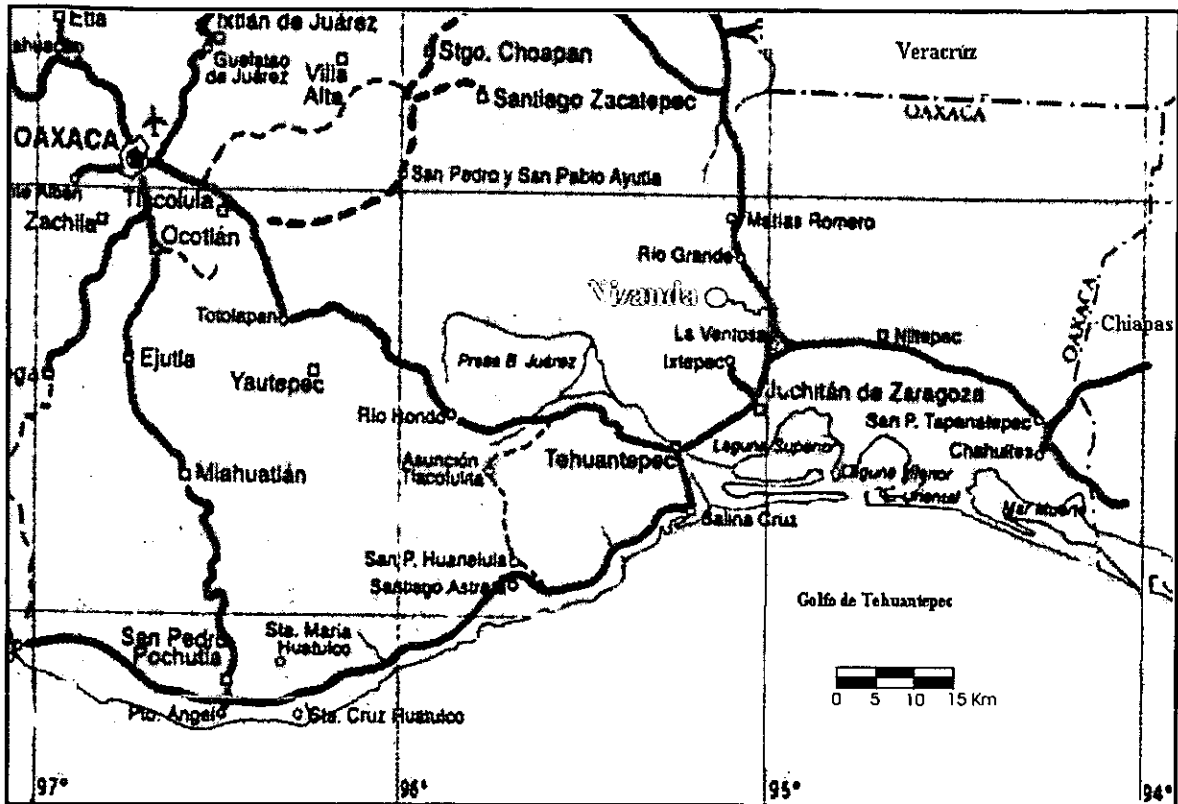


Fig. 4. Istmo de Tehuantepec y ubicación del poblado Nizanda.

Descripción de las zonas de trabajo

La investigación se realizó en cuatro zonas de trabajo, todas ellas pertenecientes al ejido de Nizanda; se trata de las mismas localidades en donde fueron atrapadas las madres de las iguanas que participaron en la investigación.

- 1) Milpa de Berna (16° 40' 854''N, 95° 1' 61''W). Se trata de una zona de cultivo de forma rectangular, por un lado delimitada por un cerro y por el otro la vía del ferrocarril. Es la localidad más cercana al pueblo. En la zona de liberación de dicha localidad, predomina el estrato arbustivo siguiendo el arbóreo. No se utiliza para pastoreo.
- 2) Milpa de las Palmeras (16° 40' 350''N, 95° 1' 946''W). Esta localidad es la de mayor extensión de todas. También se trata de una zona de cultivo delimitada del lado noreste

por un cerro. Los neonatos se liberaron cerca del estrato arbóreo que es el dominante, con una altura promedio de cuatro a cinco metros. Las partes más cercanas a la milpa se encuentran con abundante vegetación.

- 3) Milpa del Paso de la Montaña ($16^{\circ} 39' 544''\text{N}$, $95^{\circ} 1'969''\text{W}$). Es la localidad más alejada del pueblo; se trata de una extensión de terreno a las faldas de un cerro de mayor altura que los anteriores. Su pendiente en la ladera es más pronunciada. El estrato arbustivo predomina, siguiendo el arbóreo, encontrando árboles hasta de 10-12 metros de altura. Por la cantidad de hierba que se encuentra al lado opuesto del cerro, este terreno es utilizado como potrero para ganado bovino.
- 4) Milpa de Félix ($16^{\circ} 40' 92''\text{N}$, $95^{\circ} 1' 391''\text{W}$). Se trata de una milpa que se encuentra en una depresión a modo de un pequeño valle en medio de dos cerros. Al parecer tiene tiempo sin ser cultivada, ni con fines de potrero. Actualmente es una zona con poca perturbación. En esta zona predomina el estrato herbáceo siguiendo el arbustivo, forma parte de la ladera de una colina, es una extensión de 42 m de ancho por 84 m de largo sin árboles al interior. Los árboles se encuentran a un costado en la pendiente de la ladera formando una valla, situación común en las zonas de anidación de la iguana negra.

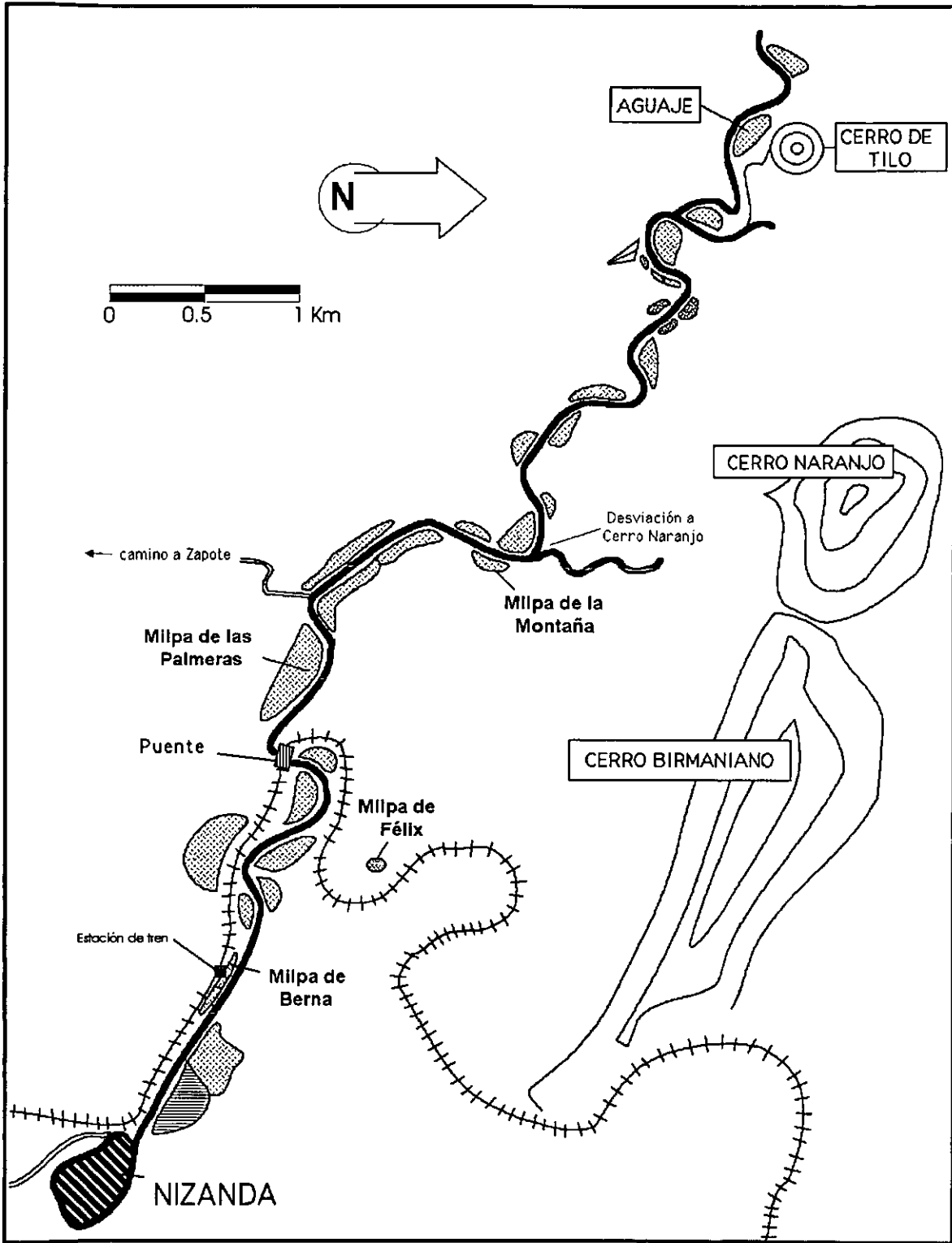


Fig. 5. Poblado de Nizanda, estado de Oaxaca. Ubicación de las zonas de trabajo.

Nizanda y la iguana negra

La iguana negra se consume tradicionalmente por las familias zapotecas durante todo el año en la región pacífico del Istmo de Tehuantepec. Esta especie es la más importante económicamente, entre otros animales silvestres utilizados por ellos. Desafortunadamente la iguana negra es cada vez más escasa, principalmente por la cacería indiscriminada que se acentúa sobre hembras grávidas en el período de Semana Santa. En estas fechas, las hembras ovopositan en las tierras bajas, tales como zonas de cultivos y tierras cercanas a arroyos, siendo muy vulnerable. El poblado casi en su totalidad se dedica a cazar iguanas, siendo un buen día de cacería atrapar al menos cinco hembras. Por experiencia propia, al acompañar a un cazador, éste llegó a atrapar 11 iguanas en un día. Esta especie no sólo es apreciada localmente, sino también tiene una gran demanda regional llegando a costar entre 30 y 50 pesos dependiendo el tamaño del animal o la época del año (com. personal, mercado Juchitán, Oaxaca). De continuar con la elevada caza de hembras grávidas es de esperarse que la población disminuya año con año hasta la desaparición local de la especie.

MÉTODO

Aspectos generales

Para determinar los patrones de dispersión de los neonatos de iguana negra se utilizó el método de "spoolers" (Breder, 1927; Stickel, 1950). Los spoolers son carretes de hilo nylon delgado (Precision Bobbina, marca Danfield de nylon, 300 yardas, No. 0=7) muy resistente y ligero, que lo hace muy útil para trabajar en el campo (Fig. 6). El método se basa en los principios de la telemetría y consiste en colocar los carretes adheridos en la espalda de los neonatos. Las características del carrete fueron: peso 2.3 g, largo 3.2 cm,

Nizanda y la iguana negra

La iguana negra se consume tradicionalmente por las familias zapotecas durante todo el año en la región pacífico del Istmo de Tehuantepec. Esta especie es la más importante económicamente, entre otros animales silvestres utilizados por ellos. Desafortunadamente la iguana negra es cada vez más escasa, principalmente por la cacería indiscriminada que se acentúa sobre hembras grávidas en el período de Semana Santa. En estas fechas, las hembras ovopositan en las tierras bajas, tales como zonas de cultivos y tierras cercanas a arroyos, siendo muy vulnerable. El poblado casi en su totalidad se dedica a cazar iguanas, siendo un buen día de cacería atrapar al menos cinco hembras. Por experiencia propia, al acompañar a un cazador, éste llegó a atrapar 11 iguanas en un día. Esta especie no sólo es apreciada localmente, sino también tiene una gran demanda regional llegando a costar entre 30 y 50 pesos dependiendo el tamaño del animal o la época del año (com. personal, mercado Juchitán, Oaxaca). De continuar con la elevada caza de hembras grávidas es de esperarse que la población disminuya año con año hasta la desaparición local de la especie.

MÉTODO

Aspectos generales

Para determinar los patrones de dispersión de los neonatos de iguana negra se utilizó el método de “*spoolers*” (Breder, 1927; Stickel, 1950). Los *spoolers* son carretes de hilo nylon delgado (Precision Bobbina, marca Danfield de nylon, 300 yardas, No. 0-7) muy resistente y ligero, que lo hace muy útil para trabajar en el campo (Fig. 6). El método se basa en los principios de la telemetría y consiste en colocar los carretes adheridos en la espalda de los neonatos. Las características del carrete fueron: peso 2.3 g, largo 3.2 cm,

ancho 1.1 cm, 300 yd. de hilo (aproximadamente 274 m) representando una tercera parte del peso total del neonato. El carrete se recubrió con una delgada capa de plástico PVC para su protección, que se sometió a una fuente de calor por algunos minutos con una secadora de pelo de tal forma que el plástico se retrajo cubriendo al carrete uniformemente. Fue importante no dejar imperfecciones en la superficie del plástico en las que se pueda enredar el hilo pudiendo alterar la investigación e incluso ocasionar la muerte de la iguana. Después de cubierto, el spooler se pintó con pintura verde del mismo tono que la espalda del neonato, ya que el hilo de color blanco brindaría una ventaja a los depredadores afectando con esto los resultados. Cada spooler se enumeró con un plumón indeleble para facilitar su reconocimiento. El spooler fue colocado en la espalda del neonato a la altura de las extremidades anteriores con pegamento de contacto (e.g. kola-loka), por lo menos dos horas antes de su liberación para que las iguanas se acostumbraran a la carga. El hilo salía con dirección a la cola de la parte central del carrete, atando la parte inicial del hilo a una rama para ubicar su posición.

Para elaborar el estudio de dispersión se utilizaron 168 neonatos de iguana negra pertenecientes a 15 nidadas en dos etapas. La primera se realizó en junio-julio de 1998 y la segunda en los mismos meses pero en 1999. En abril y mayo de ambas temporadas se capturaron 26 hembras grávidas por año que ovopositaron dentro de iguanarios construidos. Los iguanarios son jaulas en forma de cubo de 1.20 m por lado, con paredes y techo de malla de alambre, soportes de madera y el sustrato de arena de río humedecida. Las hembras tuvieron un promedio de 40 neonatos por hembras (Aguirre y Reynoso, 1998) utilizándose 93 en la primera etapa de la investigación y 75 en la segunda. Una vez que la hembra era asignada a un iguanario no se intervenía en ningún sentido con la puesta ni con el proceso de incubación de los huevos y manteniéndose en condiciones lo más naturales

posibles. La hembra seleccionó libremente la parte de la jaula en la que depositó los huevos y eran liberadas después de la puesta en el mismo sitio en donde fueron capturadas. En el momento en que emergió la primera cría se dió un margen de dos días para que el resto de la nidada emergiera por si sola del nido ya que en este momento se espera se den los lazos de socialización y coordinación entre neonatos que Burghardt et al. (1977) documentaron en un experimento con iguana verde. Las nidadas que se utilizaron se escogieron aleatoriamente. Al igual que las demás nidadas que no intervinieron en la investigación, se les tomó datos merísticos, se pesaron y se marcaron cosiéndoles chaquiras en la base de la cola con hilo nylon y se les colocó un spooler. A los neonatos empleados en la investigación se les soltó en el mismo lugar en donde fue capturada su madre inmediatamente después de que abandonaron el nido en los encierros, para simular su nacimiento en el campo con el fin de llevar un registro más real de la conducta de la población. Para probar la eficiencia del método en la parte inicial de la primera etapa únicamente se soltaron de tres a cinco neonatos con spooler por nidada, liberando el resto de la nidada sólo con la marca de la chaquira. En la parte final de la primera etapa así como en toda la segunda, se liberaron nidadas completas con spoolers.

Durante el primer período de la investigación, se tuvo la oportunidad de atrapar a tres neonatos silvestres en los mismos sitios donde se llevaba a cabo la dispersión, se les colocaron spoolers y se les introdujo en la investigación con la finalidad de tener más parámetros de comparación. Al igual que se registraron los desplazamientos de los neonatos silvestres, también se registró la presencia de neonatos que fueron liberados sin spooler, pero que pertenecen a las nidadas de los que si portaban uno.



Fig. 6. Neonato con *spooler* antes de ser pintado de verde.

Patrones de desplazamiento horizontal

Una vez determinada la zona de liberación, se seleccionó un sitio que se pudiera reconocer fácilmente, ya sea por la presencia de algún árbol, arbusto o un claro marcándose con pintura o cinta plástica. Los neonatos se liberaron atando el extremo del hilo a un arbusto a nivel del suelo y con cinta adhesiva, se marcó la punta del hilo atado con el número del spooler del que se trataba. Para la primera etapa se contó con la ayuda de siete ayudantes, por ello fue posible seguir a 93 neonatos, en la segunda etapa se contó con uno o dos ayudantes, lográndose seguir a 75 neonatos.

Para la toma de datos fue necesario emplear brújula y, en algunos casos, cinta métrica. Las mediciones se realizaron diariamente y a la misma hora comenzando por el sitio donde se liberaron los neonatos. Se registraron datos de distancia y ángulos horizontales en que se movió cada iguana, únicamente considerando los movimientos con distancias superiores a un metro. Se registró la altura en la vegetación en que se encontró el neonato durante cada trazo.

Una vez localizado el neonato se evitó ahuyentarlo o bloquear su camino alterando la última dirección del trazo, y no era necesario capturarlo. El hilo se cortó por lo menos un metro antes de la iguana y se ató a un arbusto que fuera fácil de reconocer. También se hizo un croquis de la zona, marcando la ubicación de cada neonato día a día. Algunas veces el neonato se encontró en zonas con vegetación densa, por lo que fue difícil su rastreo, a lo cual se consideró su liberación.

La milpa de Félix fue la única que se utilizó en ambas etapas ya que no se presentaron alteraciones significativas por el hombre. Para determinar si la dispersión de los neonatos era azarosa o no, se elaboró manualmente las trayectorias de las nidadas liberadas en la milpa. Con este propósito se elaboraron dos figuras que muestran la dispersión de la nidada completa en cada una de las etapas y otra figura comparativa que muestra la dispersión en ambas etapas.

Las figuras se dividieron en cuatro cuadrantes(Fig.7) que sirvieron como unidad de comparación con los valores partiendo de cero y en dirección a las manecillas del reloj. Su delimitación esta señalada por una línea punteada. El cuadrante uno va de los 0-90°, el cuadrante dos de los 90-180°, el tres de los 180-270° y el cuarto de los 270-360°. El número al lado de cada línea indica la distancia total (en metros) del desplazamiento que realizó ese neonato en particular. El norte se indica con una "N", y en el caso de las líneas que terminan en flecha indican que la trayectoria continua.

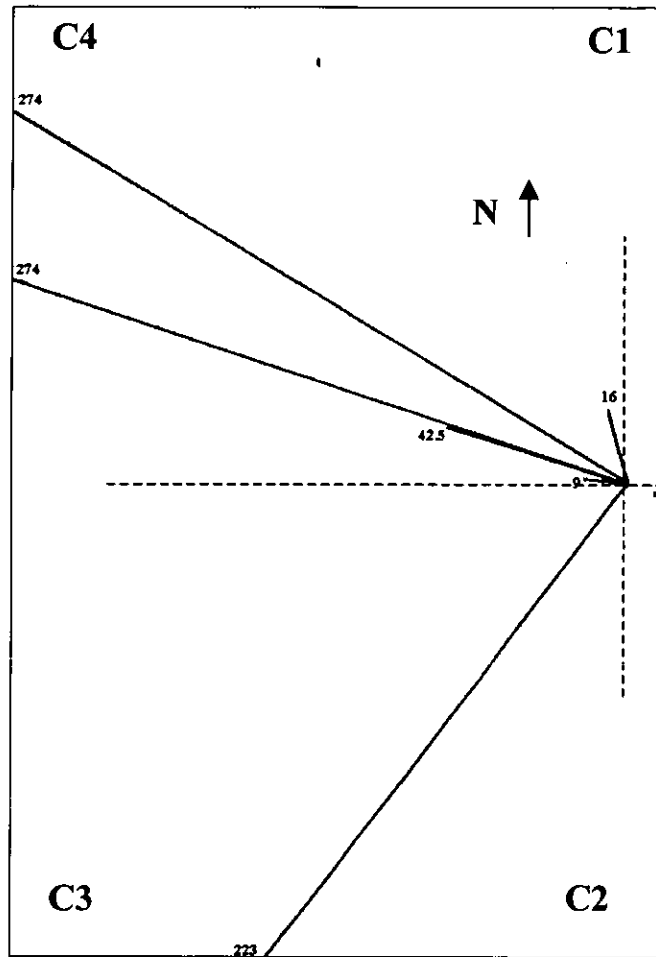


Fig.7. Vista superior del desplazamiento de seis iguanas liberadas en la zona denominada *Milpa de Berna*, señalando las distancias recorridas. Fueron los primeros datos que se tomaron, dos de las seis iguanas terminaron con el hilo en un tiempo de cinco días.

En la milpa de Félix la primera etapa se liberó una nidada completa (28 neonatos) y se siguieron durante seis días. En la segunda se liberaron 75 neonatos que se rastrearon por un tiempo de ocho días, en los primeros días se perdieron 12 y en total 13 iguanas, registrándose los datos de 30 individuos diarios.

Después de calcular las direcciones y ángulos promedio de desplazamiento por iguana mediante trigonometría, con estadística circular (Batschelet, 1981 y Fisher, 1993) se elaboraron tres histogramas circulares; uno por etapa y uno combinando ambas. Con el programa de estadística circular Oriana para Windows (versión 1.6) se obtuvo el vector

promedio (μ), la amplitud del vector promedio (r), la varianza circular (S^2), la desviación standard circular (S), el error standard circular (σ), y el intervalo de confianza ($p = 0.05 \mu$). A las muestras de cada histograma se les aplicó la prueba de Rayleigh, o prueba de uniformidad de la dispersión de los datos, con la H_0 de que los datos se distribuyen de forma uniforme.

Se aplicó la prueba de Watson-Williams (F) para determinar si las direcciones promedio de dos muestras difieren significativamente entre ellas. En esta prueba la H_0 es que $\theta_1 = \theta_2$. Siendo θ la dirección promedio de cada población. Obteniendo F calculada, p , gl , vectores resultantes (R_1 y R_2) y el vector total resultante (R). Con la decisión que si $F < F(\alpha)$ la H_0 se acepta, por lo que la dirección promedio en ambas poblaciones son similares.

Para conocer la conducta social de los neonatos durante la dispersión se anotaron observaciones tales como, si los neonatos se movieron en grupo, en pareja o solos, si visualmente podían verse entre ellos, si en algún momento alguna conducta social del tipo gregario se presentaba (alimentarse, desplazarse, refugiarse en arbustos, etc.), así como la forma de desplazarse.

Velocidad de desplazamiento

Al término del recorrido, se recogió el total del hilo utilizado en ese día, para poder obtener por medio de mediciones manuales la distancia total del recorrido diario, y en base al recorrido diario, la distancia total a lo largo de la investigación para cada neonato y la velocidad de desplazamiento.

Para estimar el desplazamiento total de la población se elaboró un elipse standard para cada etapa, como una herramienta descriptiva, en donde se obtuvo (x , y , varianza (S^2), y

S^2_2), desviación standard (S_1 y S_2), Cov (x,y) y el coeficiente de correlación (r). A partir de estos datos se obtuvieron las coordenadas P_1, P_2, Q_1, Q_2 para elaborar el elipse. Una vez obtenido el elipse standard se decidió elaborar el elipse de confianza de Hotelling para cada etapa, con los valores: coeficientes ($A, B, C, D, R, t_1, t_2, T^2$ y T), semi ejes standard (a_s y b_s), el ángulo de inclinación del eje mayor (θ) y los semi ejes de confianza (a y b). Se graficaron las coordenadas y se obtuvo una figura con dos elipses y la ubicación de la población para cada etapa.

Para comparar la velocidad de desplazamiento entre las nidadas de la etapa 1 y 2, con los elipses de confianza para cada etapa se aplicó una prueba de Hotelling para dos muestras, con la H_0 de que $\mu_1 = \mu_2$, en donde μ es el centro para cada elipse. Es decir que los centros de los elipses de confianza eran iguales, con la decisión de si: $T^2 > T^2(\alpha)$ la H_0 se rechaza, desviándose los centros significativamente ($T^2(\alpha)$ es un valor obtenido a partir de una F de tablas). Con t_1 y t_2 de la prueba de Hotelling para dos muestras se aplicó una prueba de *t student*, con la decisión de que si: t_1 y $t_2 < t(\alpha)$ significa que no hay diferencia significativa, por lo que existe una dirección preferente en ambos ejes.

Para conocer el grado de influencia que ejerce la estructura física del entorno en la velocidad de dispersión se elaboró un croquis de la vegetación mostrando las zonas con plantulas, vegetación más o menos verde y que tan cerrada se encontraba esta. Al mismo tiempo que los desplazamientos eran registrados, también se anotaba por donde se efectuaron (si preferían las orillas, las laderas o las zonas centrales de las milpas).

Las longitudes de desplazamiento diario se sometieron a estadísticas descriptivas para obtener distancias promedios por etapa, recorridos totales promedio, distancias diarias

promedio y estimar la velocidad. Con ello se elaboraron figuras que muestran la distancia por día y total para cada etapa de la investigación.

Para conocer la influencia de la temperatura del aire en la velocidad de desplazamiento de neonatos de iguana negra, se registraron las temperaturas diarias durante 19 días, en el intervalo de las 13 y 14 horas a la sombra. Se graficó el promedio, el valor máximo y mínimo del desplazamiento diario considerando el total de las iguanas liberadas.

Con ayuda del programa "STATISTICA for Windows" (versión 5.1) se elaboró una correlación y una regresión lineal de la distancia vs. la temperatura para estimar el grado de relación que existió entre estos parámetros. Por otro lado se registró el factor lluvia, y se elaboró una figura en donde se señaló el desplazamiento promedio por día, la temperatura y los días en que hubo precipitación.

Para comprender de una manera más clara el grado de influencia que ejercen tanto la temperatura como la precipitación en la dispersión, se elaboraron figuras con los desplazamientos diarios promedio, y otras con el desplazamiento pero con la presencia de la temperatura y lluvia. Sólo tres de las cuatro milpas fueron empleadas.

Rutas de desplazamiento vertical

El rastro de hilo permitió determinar exactamente por que sitio se desplazó cada neonato. Con ello se obtuvo una gran cantidad de información del comportamiento de la especie en su primera etapa de vida. Con esto se puede reafirmar o refutar argumentos como el de si trepan a los árboles, cuanto tiempo pasan sobre éstos, que conducta emplean para desplazarse verticalmente. Si tienden inmediatamente a subir a los cerros después de nacer, etc. Se presentan dos figuras del desplazamiento vertical tomadas al azar de dos neonatos, con la finalidad de establecer más claramente los patrones de la dispersión.

Para conocer que estrato de vegetación fue el más empleado se registró en cual de estos se desplazaba cada neonato en cada uno de sus recorridos diarios. Se sacó un promedio del total de los neonatos y se elaboraron dos figuras que representan esta preferencia, una para cada etapa.

Depredación

El método permitió cuantificar la sobrevivencia de neonatos al final de la investigación, pérdida de neonato ya sea por que fueron depredados o fueron muertos por causas ajenas a la depredación. Dentro de la mortalidad se registraron las iguanas que fueron depredadas, las que murieron por accidentes y aquellas que perecieron por ineficiencia del método. Se elaboro una figura con el porcentaje de depredación en toda la investigación y por que animal fue hecho.

Evaluación del método

Para comprobar la funcionalidad del método se analizaron las variables estimadas, así como el estado físico de los neonatos. Se consideró la facilidad con que se siguió un desplazamiento, la presencia de suficiente hilo, la pérdida del spooler, la movilidad de las iguanas y flujo del hilo, el daño causado en los neonatos por el spooler, resistencia del hilo y la dificultad de continuar siguiendo un recorrido si hay ruptura de hilo.

No obstante, al igual que cualquier implementación de un nuevo método se establecieron las deficiencias, desventajas y observaciones a través de su desempeño. La implementación de nuevas formas de estudiar organismos vivos debe de considerarse como la mejor de las opciones a seguir una vez que el método empleado en estudios previos no se adecua a las demandas, preferencias y la necesidad de resultados nuevos. Al ser la primera vez que se utilizan spoolers en estudios biológicos con neonatos de iguana, es relevante su evaluación.

RESULTADOS

Patrones de desplazamiento horizontal

Dirección preferencial

Primera etapa — En la figura 8 se observa una clara tendencia a desplazarse en dirección de los 190 y los 345 grados con respecto al norte. Únicamente cinco neonatos no se desplazaron entre estos ángulos. Dentro de la gráfica se pueden apreciar tres grupos de iguanas. El grupo uno lo componen cinco neonatos que se desplazaron dentro de los cuadrantes uno y dos, lo que representa el 18%. El grupo dos se ubicó dentro del cuadrante tres. En este se desplazaron nueve neonatos entre los 190 y los 260° que representan el 32% del total de la nidada. El grupo tres ubicado en el cuarto cuadrante presentó 14 neonatos y corresponde a un 50%, aquí se desplazaron entre los 275 y 345°.

Los valores de la estadística circular obtenidos para esta etapa (Fig. 9) fueron ($n = 31$, $\mu = 280.30^\circ$, $r = 0.53$, S^2 circular = 0.47, S circular = 64.18°, \mathcal{T} circular = 12.32°, $p(0.05)$ para $\mu = 257.57^\circ - 305.89^\circ$), y la prueba de Rayleigh para esta etapa ($p = 0.000012$) indica que la H_0 se rechaza por que se considera diferencias significativas. Esto indica que los neonatos se desplazaron en una dirección preferencial.

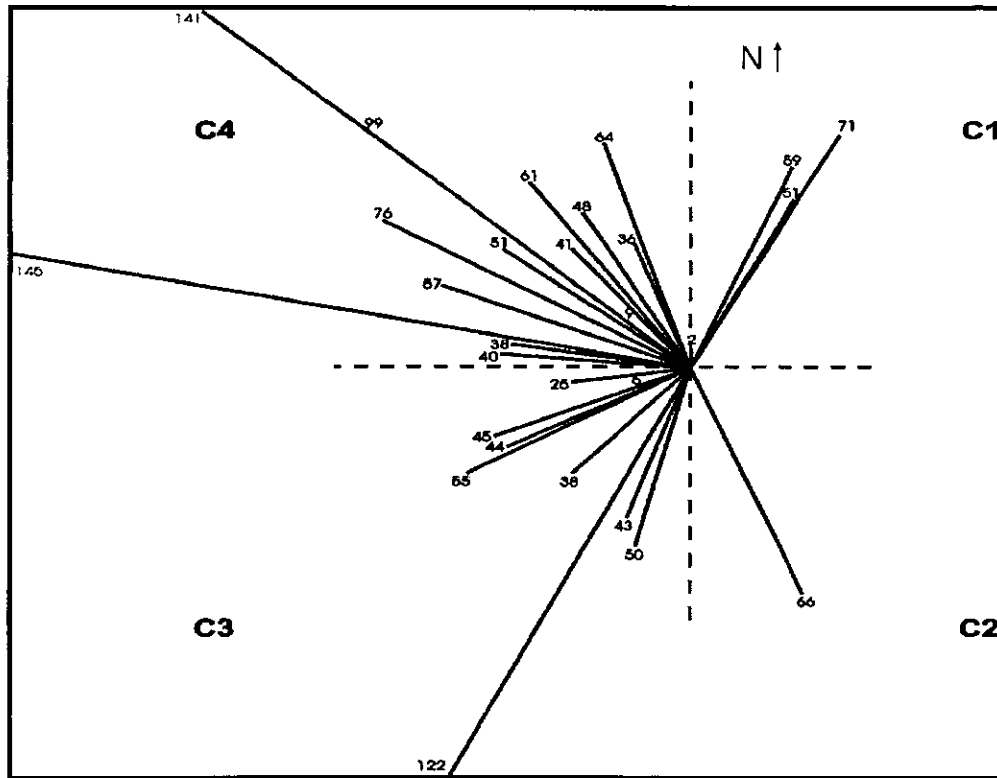


Fig. 8. Vista superior del desplazamiento de una nidada liberada en la milpa de Félix en la primera etapa. Los números al lado de cada línea indican los metros del desplazamiento.

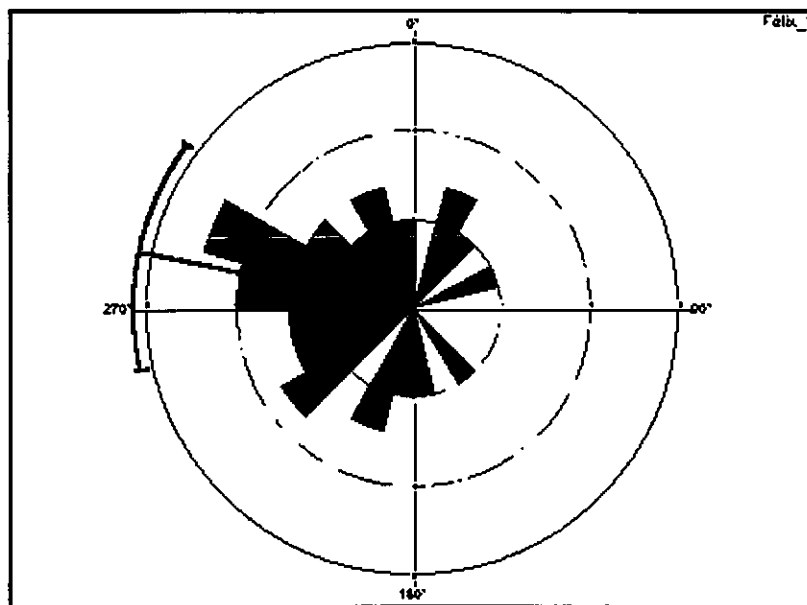


Fig. 9. Histograma circular. Primera etapa.

Segunda etapa — En esta etapa se observó nuevamente el mismo patrón de dirección registrado en la etapa anterior (Fig. 10). El 85% de la nidada se desplazó entre los 210 y 335 grados con respecto al norte, y 23 neonatos fueron el grupo que se desplazó dentro de los cuadrantes tres y cuatro. El grupo uno (neonatos entre los cuadrantes 1 y 2), compuesto por tres iguanas tuvo una presencia del 11.5%. El grupo dos que se desplazó entre los ángulos 195-265° lo integraron diez neonatos y representó el 38.5%. El 50% de las iguanas pertenecen al grupo tres con 13 neonatos que se desplazaron entre los 272 y 335°.

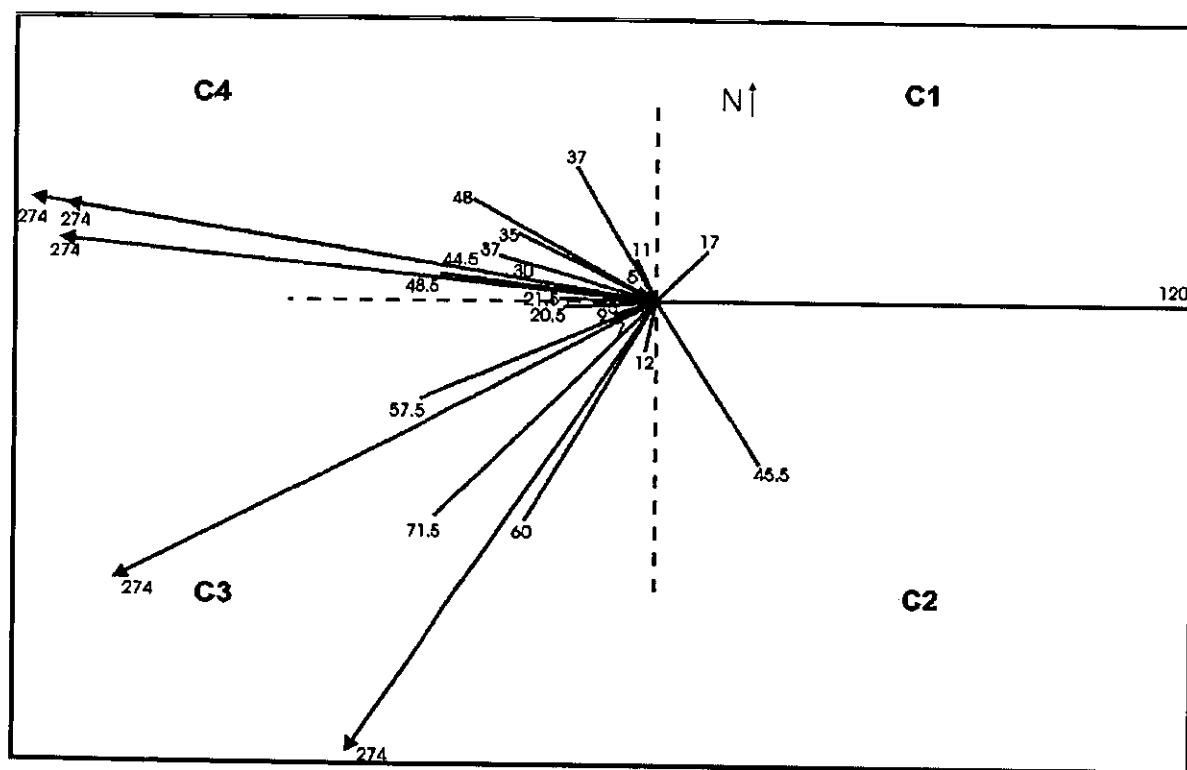


Fig. 10. Vista superior del desplazamiento de una nidada liberada en la milpa de Félix en la segunda etapa. Las flechas indican que la trayectoria continua.

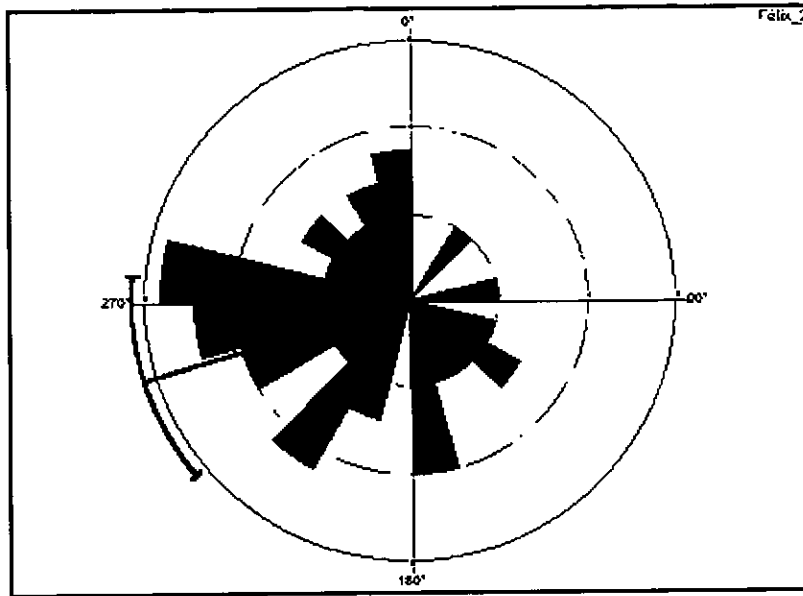


Fig. 11. Histograma circular. Segunda etapa.

Los valores de la estadística circular obtenidos para la segunda etapa (Fig. 11) fueron ($n = 46$, $\mu = 253.13^\circ$, $r = 0.49$, S^2 circular = 0.51, S circular = 68.82° , σ circular = 11.50° , p (0.05) para $\mu = 230.59^\circ - 275.68^\circ$) y la prueba de Rayleigh también indica que existió una dirección preferencial ($p = 0.000010$), habiendo diferencias significativas con respecto a la H_0 .

Primera y segunda etapas juntas — Cuando se combinaron los datos de las dos etapas, se obtuvieron patrones similares a los de ambas etapas (Fig. 12). Ocho neonatos en el grupo uno representan el 15%. Diecinueve neonatos en el grupo dos equivalen al 35% de las iguanas, entre los 190 y 265° . Veintisiete neonatos en el grupo tres constituyen el 50% de las iguanas y se desplazaron entre los 272 y 345° .

Sólo se emplearon los valores de la milpa de Félix en ambas etapas para determinar dirección preferencial. Existe un patrón en la elección de la dirección del desplazamiento en el cual el cuadrante cuatro fue el más utilizado. Dentro de este cuadrante, 15 de 27

neonatos que lo integran se desplazaron entre los 272 y 302°. Esto representó el 55.5% de las iguanas del cuadrante y el 28% del total de los cuatro cuadrantes.

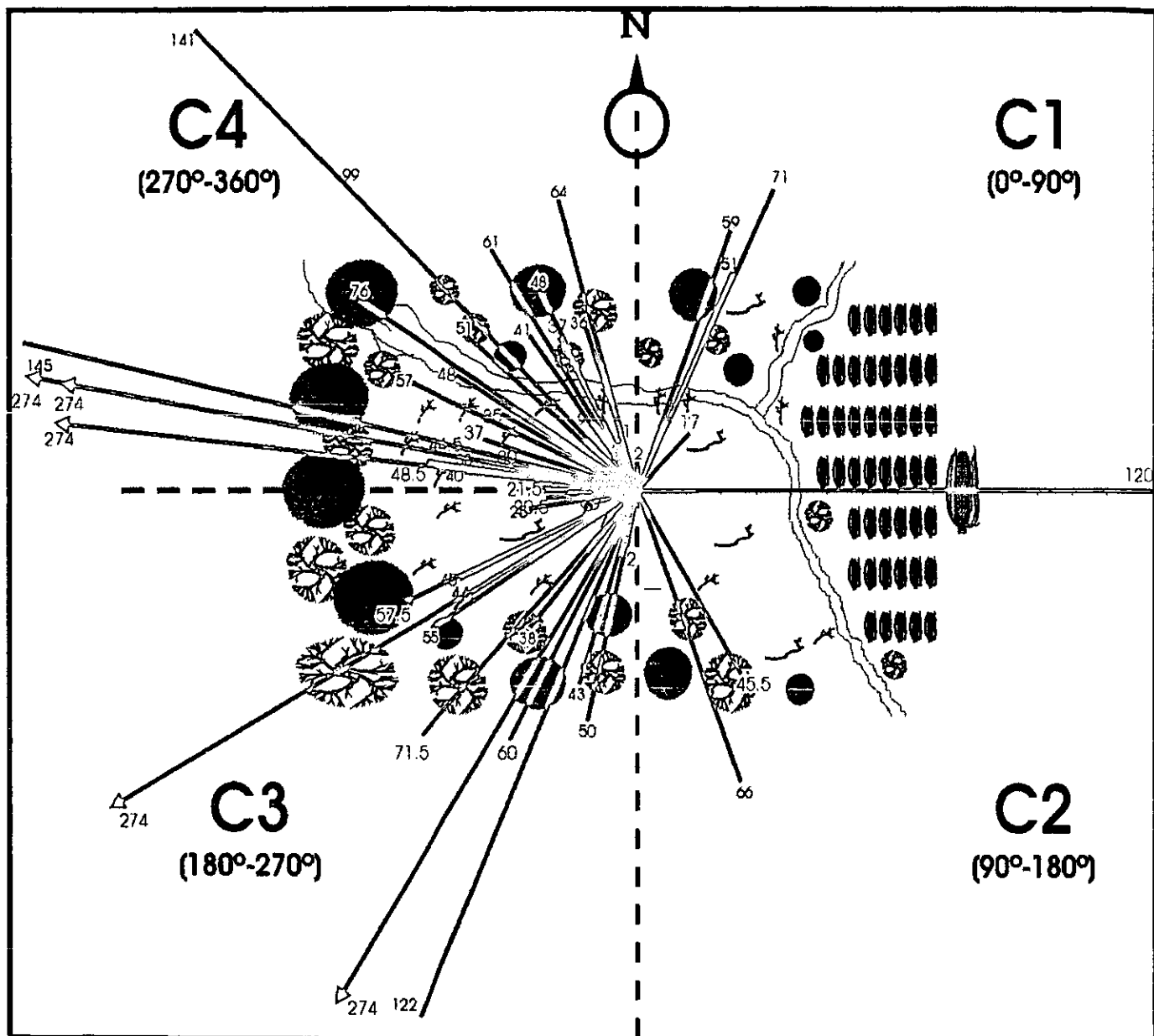


Fig. 12. Vista superior del desplazamiento de dos nidadas sobrepuestas, liberadas en la milpa de Félix. Primera etapa en color azul y la segunda en color rojo. Se aprecia que la zona de liberación se encuentra delimitada por veredas, al oeste un campo de cultivo limita la zona con la vía del tren. La vegetación representa la época de secas a principios de la temporada de lluvias.

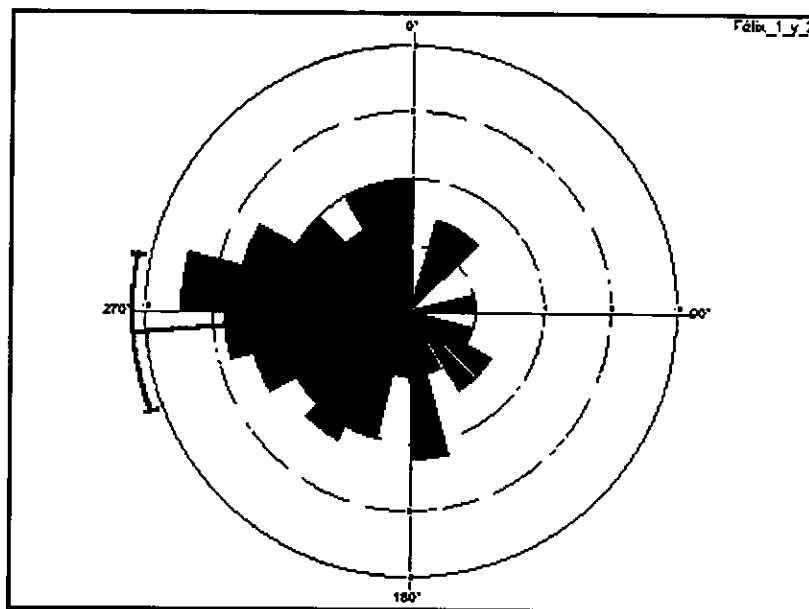


Fig. 13. Histograma circular. Ambas etapas.

Se compararon los valores que se obtuvieron en las dos etapas con estadística circular (Fig. 13). Los valores obtenidos fueron ($n = 77$, $\mu = 265.22^\circ$, $r = 0.51$, S^2 circular = 0.49 , S circular = 64.54° , σ circular = 8.42° y una p (0.05) $\mu = 248.71^\circ - 281.73^\circ$) y los resultados de la prueba de Watson-Williams fueron los siguientes ($F = 2.59$, $p = 0.08$, $dl = 75$, $R_1 = 17.98$, $R_2 = 22.36$ y una $R_{1,2} = 39.23$, $F_{1,75} = 3.98$). $R_1 + R_2 > R$ y $F < F_{1,75}$, aceptándose la H_0 . Esto significa que las direcciones promedio de las dos etapas sólo difieren entre ellas por el azar. Es decir que las nidadas de ambas etapas se desplazan a la misma dirección.

Velocidad de desplazamiento

En la milpa de Félix los valores de velocidad de desplazamiento para la primera etapa (Fig. 8), fueron que la nidada se desplazó en total un promedio de 54 m en seis días. El grupo uno se desplazó en promedio 50 m, 47.5 m el grupo dos, y el grupo tres promedió 65 m. Aparentemente su desplazamiento fue influenciado por la vegetación. Cerca del

punto de liberación la vegetación era más cerrada y observamos larvas e insectos en ella. El grupo tres que representó la mitad de la nidada se desplazó más que el resto.

Los recorridos más largos se observaron en el grupo tres, en el que dos neonatos pasaron los 140 m y en el grupo dos, en el que sólo una iguana se desplazó más de 100 m. En total sólo tres neonatos se desplazaron más de 100 m.

En la misma milpa pero en la segunda etapa (Fig. 10) el promedio de distancia recorrida en diez días del grupo uno fue de 61 m, el grupo dos recorrió en promedio 70 m y el grupo tres, 88 m. Esta nidada se desplazó en promedio durante toda la investigación 73 m. El grupo tres, además de ser el más numeroso, se desplazó más que los otros dos, a pesar de que este cuadrante fue el más dañado por el fuego, y que la presencia de arbustos y su cobertura fue muy pobre. Del total de los neonatos, seis iguanas se desplazaron más de 100 m, de las cuales cinco de ellas terminaron con el hilo del carrete. Tres neonatos del grupo tres terminaron con el hilo, y dos en el grupo dos.

Los valores para elaborar el elipse standard (Fig. 14) en la primera etapa fueron ($x = 5.54$, $y = -8.15$, $S^2_1 = 469.22$, $S_1 = 21.66$, $S^2_2 = 93.68$, $S_2 = 9.67$, $Cov(x,y) = -118.54$ y una $r = -0.56$) con coordenadas:

Abcisas	Ordenadas
$P_1 = -6.58$	1.52
$P_2 = 17.66$	-17.82
$Q_1 = -27.20$	-13.56
$Q_2 = -16.12$	-2.74

y los valores de la prueba de Hotelling para el elipse de confianza (Fig. 14) con una $F_{2, 29}$ (0.05) = 3.33 de tablas fueron ($A = 93.68$, $B = 118.54$, $C = 469.22$, $D = 30329.99$, $a_s = 22.59$, $b_s = 7.76$, $R = 444.11$, $\Theta = 344.36^\circ$, $T^2 = 6.88$, $T = 2.62$, $a = 10.64$ y una $b = 3.65$).

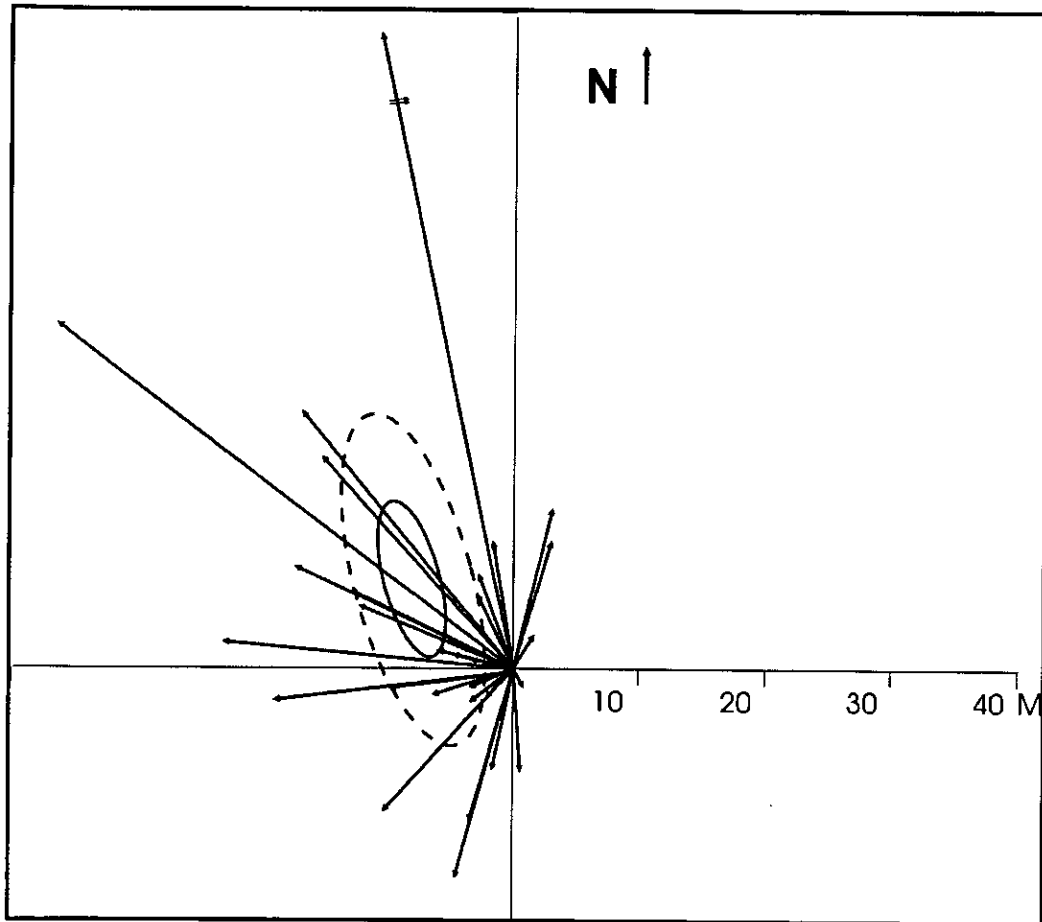


Fig. 14. Elipse standard (línea discontinua) y de confianza. Primera etapa.

Los valores para elaborar el elipse standard (Fig. 15) en la segunda etapa fueron ($x = -2.65$, $y = -20.70$, $S^2_1 = 303.10$, $S_1 = 17.40$, $S^2_2 = 1665.10$, $S_2 = 40.80$, $Cov(x,y) = -204.69$ y una $r = -0.28$) con coordenadas:

Abscisas	Ordenadas
$P_1 = -7.52$	20.10
$P_2 = 2.22$	-61.50
$Q_1 = 14.75$	-32.12
$Q_2 = -20.05$	-9.28

y los valores de la prueba de Hotelling para el elipse de confianza (Fig. 15) con una $F_{2, 44}$ (0.05) = 3.23 de tablas fueron ($A = 1665.10$, $B = 204.69$, $C = 303.10$, $D = 151407.54$, $a_s = 23.54$, $b_s = 9.45$, $R = 1422.19$, $\Theta = 278.37^\circ$, $T^2 = 6.60$, $T = 2.57$, $a = 8.91$ y una $b = 3.57$).

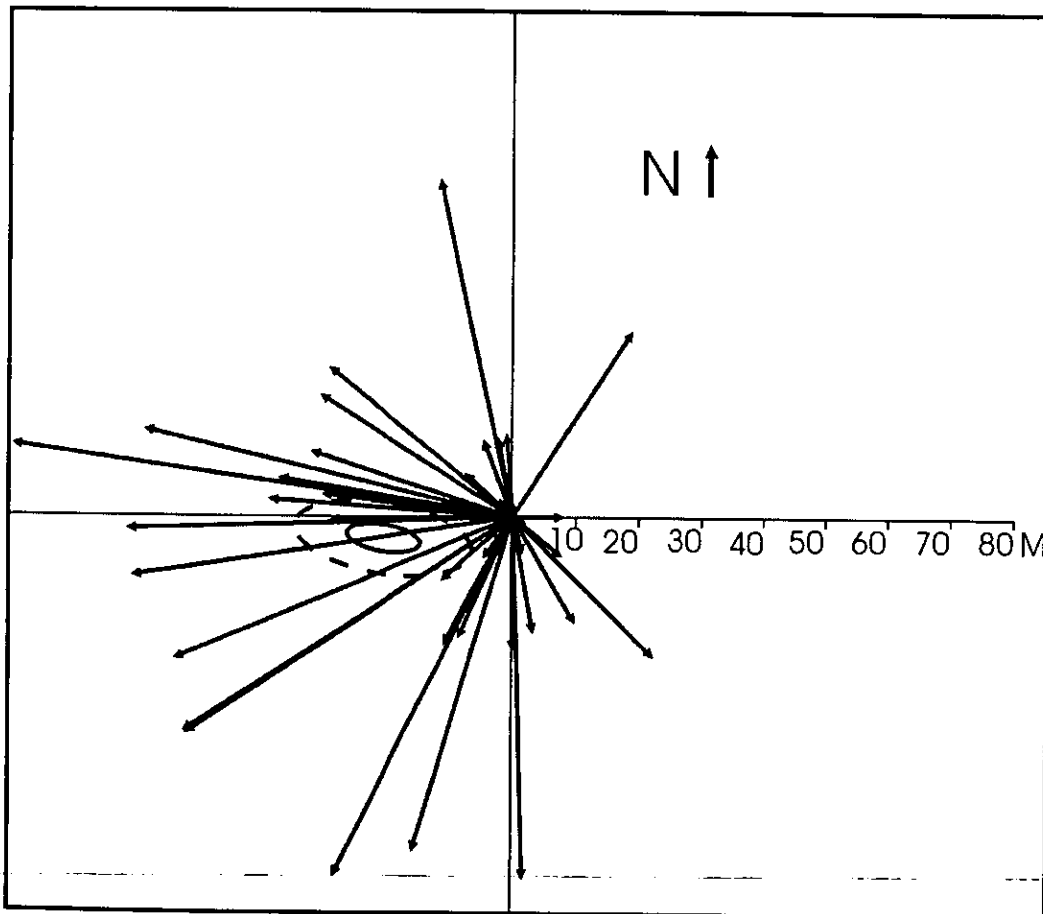


Fig. 15. Elipse standard (línea discontinua) y de confianza. Segunda etapa.

Al aplicar la prueba de Hotelling para dos muestras con una $F_{2,74}(0.05) = 3.13$ de tablas se obtuvieron los siguientes resultados ($SSx = 27716.47$, $SSy = 77740.34$, $r = 0.000021$, $t_1 = 1.88$, $t_2 = 1.74$, $T^2 = 6.54$, $T^2(\alpha) = 6.34$). $T^2 > T^2(\alpha)$ que indican que hay diferencias significativas, por lo que la H_0 se rechaza. Esto quiere decir, que los dos centros se desvían significativamente uno del otro por lo que ambas nidadas se dispersaron en promedio a diferentes velocidades.

En cuanto a los resultados de la prueba de "t", se obtuvieron los siguientes resultados ($t_1 = 1.88$, $t_2 = 1.74$), el valor de tablas obtenido para una t de dos colas con $gl = 75$ fue de $t(0.01) = 2.66$. $t_1, t_2 < t$, indica que no hay diferencias significativas, por lo que existe una tendencia de ambas nidadas a desplazarse hacia una misma dirección en ambos ejes.

Distancias recorridas

Se tomaron en cuenta los 168 neonatos para cuantificar las distancias que se desplazaron. Los neonatos en las dos etapas no se desplazaron grandes distancias, permaneciendo cerca del lugar de nacimiento. Regularmente se desplazaron un promedio de 60 m por día, pero se detuvieron cuando encontraron arbustos con presencia de larvas o flores por un tiempo indefinido.

En la Fig. 16 se puede apreciar que en la primera etapa sólo el 10.4% llegó a desplazarse más de 180 m en toda la investigación, lo que corresponde a diez iguanas. De estos sólo el 3.1% terminó con el carrete (tres neonatos), lo que permite determinar un área de dispersión inicial.

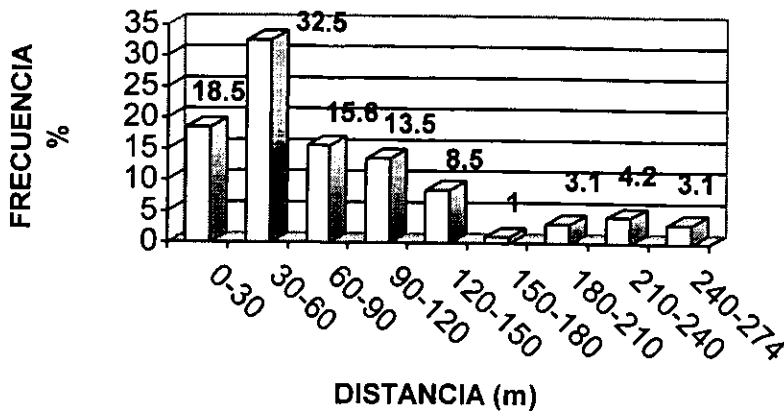


Fig. 16. Distancia total promedio recorrida (primera etapa).

Se aprecian dos grupos de valores. El primer grupo se encuentra entre el rango de los 0 a los 180 m, y concentra a 86 neonatos, el 89.6% del total de las iguanas. Su desplazamiento total promedio $\bar{x} 77.79 \pm 4.19$. Sin embargo, en el intervalo de los 30-60 m se encuentra el mayor número de iguanas (31), lo que representa el 32.5%.

Un segundo grupo se encuentra entre el rango de los 180 a los 274 m, y concentra a diez neonatos que representa el 10.4% del total. Su desplazamiento total promedio es $\bar{x} 241.2 \pm 8.26$. En el intervalo de los 210-240 m se encuentra la mayor concentración de iguanas de este grupo con cuatro, que representa el 4.2% del total.

En la segunda etapa es más evidente la presencia de los dos grupos (Fig. 17). La separación entre ambas curvas es significativa, ya que existe una separación de cuatro intervalos entre ellos, lo que corresponde a una distancia de 120 m en la que no hubieron registros.

Del total de neonatos casi un 11% terminó con el carrete que corresponde a cinco neonatos. Esta cifra se encuentra por encima de la registrada en la primera etapa, en donde únicamente el 3% de los neonatos terminaron con el carrete. Aquí, el 12.5% recorrió más

de 100 metros y el 10.5% más de los 200 m, lo cual indica, que en la segunda etapa las iguanas caminaron hasta 120 m o terminaron con el hilo.

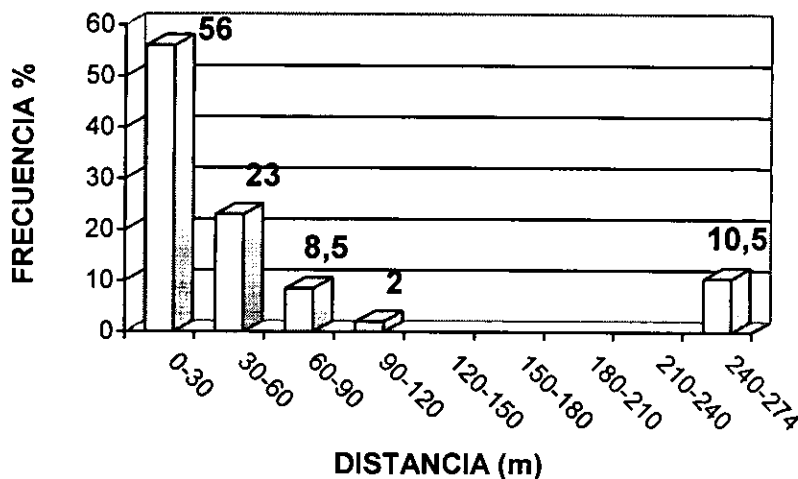


Fig. 17. Distancia total promedio recorrida (segunda etapa).

El primer grupo se encuentra entre el rango de los 0 a los 120 m, con 43 neonatos que representa el 89.5% del total de iguanas. Su desplazamiento total promedio es \bar{x} 45.34 \pm 3.51. En el intervalo de 0-30 m se encuentra la mayor concentración de iguanas con 27, lo que representa un 56%.

El segundo grupo se encuentra entre el rango de los 240-274 m, con cinco neonatos que representa el 10.5% del total. Su desplazamiento total promedio es \bar{x} 274 \pm 0.

La Fig. 18 muestra las distancias promedio que recorren los neonatos por día en la primera etapa. El 90% de las iguanas se encontraron en los tres intervalos iniciales (0-60 m) lo que corresponde a 86 neonatos, sólo 10 de las iguanas se desplazó más de 60 metros por día lo que representa el 10%. El 48% recorrió hasta 20 m/día que corresponde a 46 neonatos y apenas un 7% llegó a recorrer más de 100 m/día (7 neonatos). Se registró un 1% de los neonatos que recorrieron distancias de 180 m por día, este desplazamiento fuera de lo

normal, únicamente lo hicieron por dos o tres días seguidos, posteriores a los cuales se detuvieron para alimentarse cuando llegaron a una zona con arbustos y larvas.

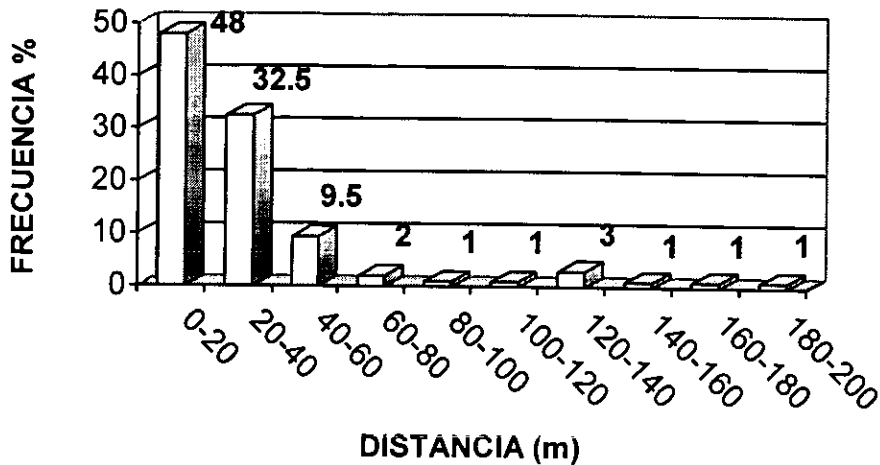


Fig. 18. Distancia promedio recorrida por día (primera etapa).

En cuanto al desplazamiento promedio diario en la segunda etapa (Fig. 19) se observó que el 90% de las iguanas se desplazó entre los 0-60 m/día lo que corresponde a 43 neonatos y solamente un 10% se desplazó más de 60 m/día, pero llegando a un máximo de 120 m/día (cinco neonatos). Las cifras son idénticas en ambas etapas; sin embargo, los rangos superiores a los 120 m no aparecieron en la segunda etapa. Los neonatos de esta etapa mantuvieron por más días un mayor desplazamiento diario en comparación con las de la primera etapa. Esto originó que el 10.5% de los neonatos empleadas en la segunda etapa acabaran con el hilo, cifra superior a la primera etapa en la que únicamente un 3% lo hicieron.

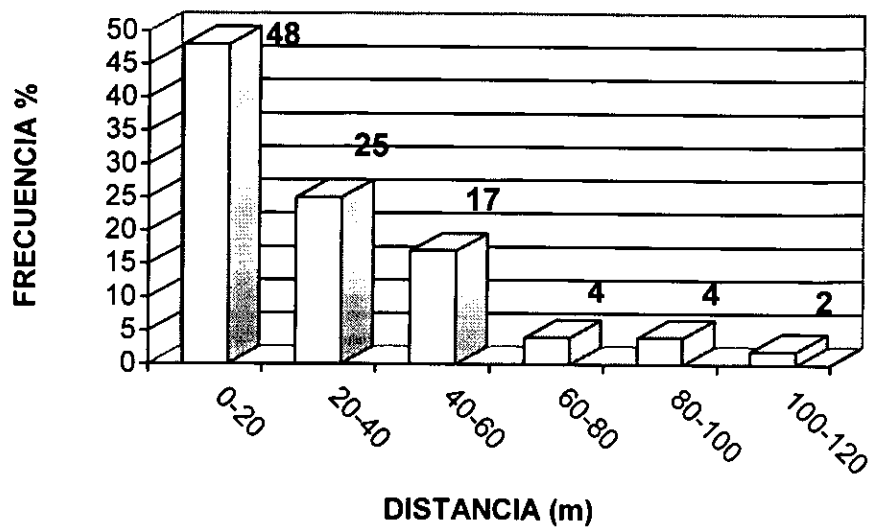


Fig. 19. Distancia promedio recorrida por día (segunda etapa).

La Fig. 19 muestra que al igual que en la primera etapa, el mayor porcentaje de neonatos (48%) recorrió sólo 20 m/día, lo que corresponde a 23 neonatos, un 25% entre 20 y 40 m/día y un 17% entre 40 y 60 m/día. Estos valores fueron similares en ambas etapas, lo que muestra que el patrón de desplazamiento por día no va más allá de los 60 m para la mayoría de las iguanas recién nacidas.

Efecto de la temperatura

La Fig. 20 proporciona tanto el valor promedio como el valor máximo y mínimo del desplazamiento por día en la primera etapa. El valor más alto de temperatura fue de 36°C y el más bajo de 26°C; generalmente los días que la temperatura disminuía más de los 30°C había precipitaciones. Por su parte, la distancia promedio más larga fue de 17 m por día y la más baja fue de tres metros promedio.

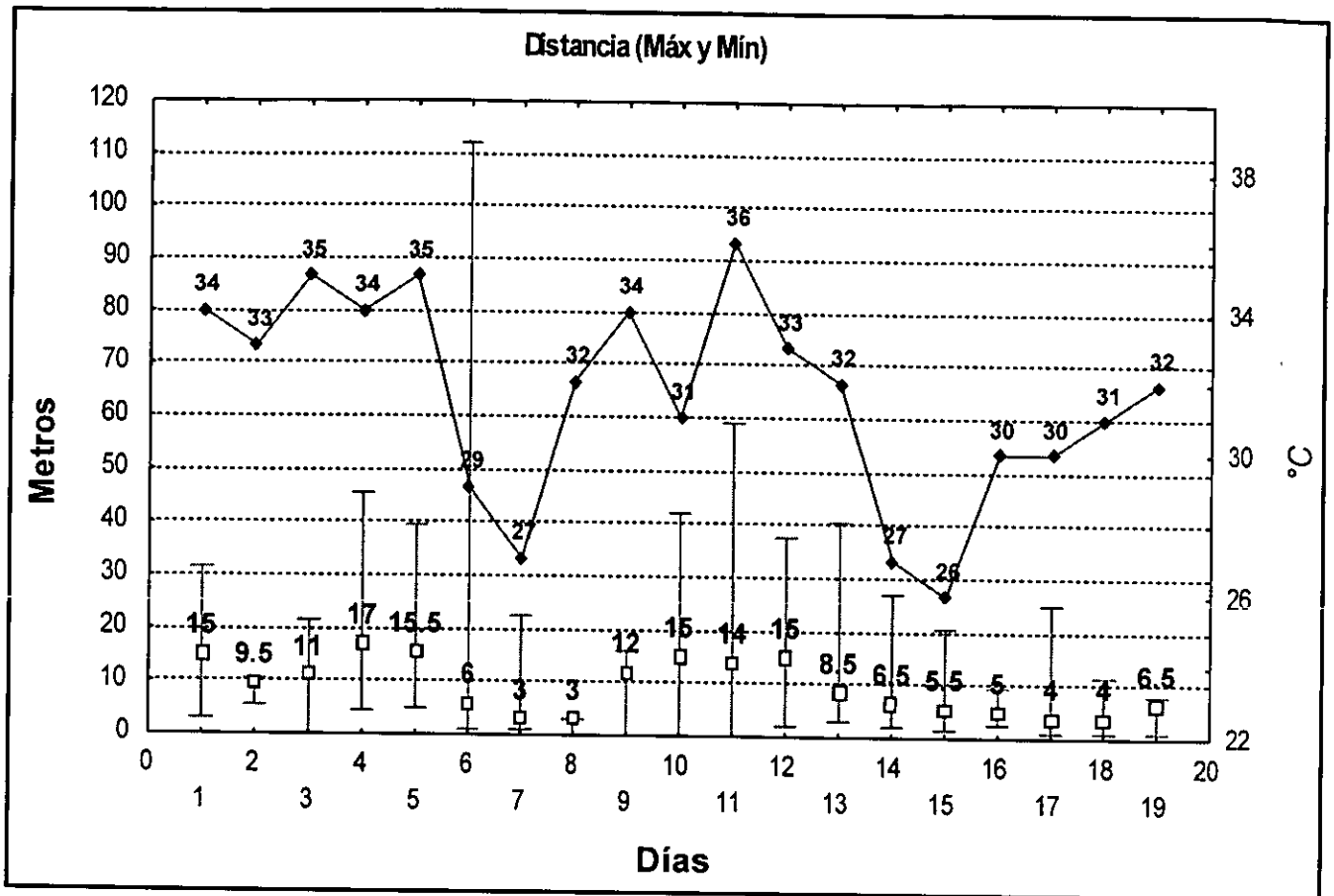


Fig. 20. Efecto del factor temperatura en el desplazamiento diario. Primera etapa. La línea superior indica la temperatura.

Se observa que las distancias más altas van de los 15 a los 17 m y se dan en temperaturas de los 31 a los 34°C. Sin embargo, cuando la temperatura rebasó los 34°C la distancia que recorrieron los neonatos disminuyó ligeramente. Así, en el tercer día se registró una temperatura de 35°C y sólo se movieron 11 m, y en el día once se registró la temperatura más alta que fue de 36°C y se desplazaron 14 m. Cuando la temperatura bajó de los 30°C el desplazamiento de las iguanas disminuyó notablemente. Durante seis de los 19 días se registraron temperaturas inferiores a los 30°C, (28°C en promedio) y se registró un desplazamiento promedio de 4.75 m por día.

Los resultados de la correlación de la temperatura y la distancia promedio diaria fueron ($r = 0.70$) lo cual determinó que existe una correlación entre los datos. El modelo de regresión (Fig. 21) dio una relación positiva ($r^2 = 0.49$, $df = 1,17$ y $p = 0.00078$), lo que indica que la distancia recorrida fue directamente proporcional a la temperatura.

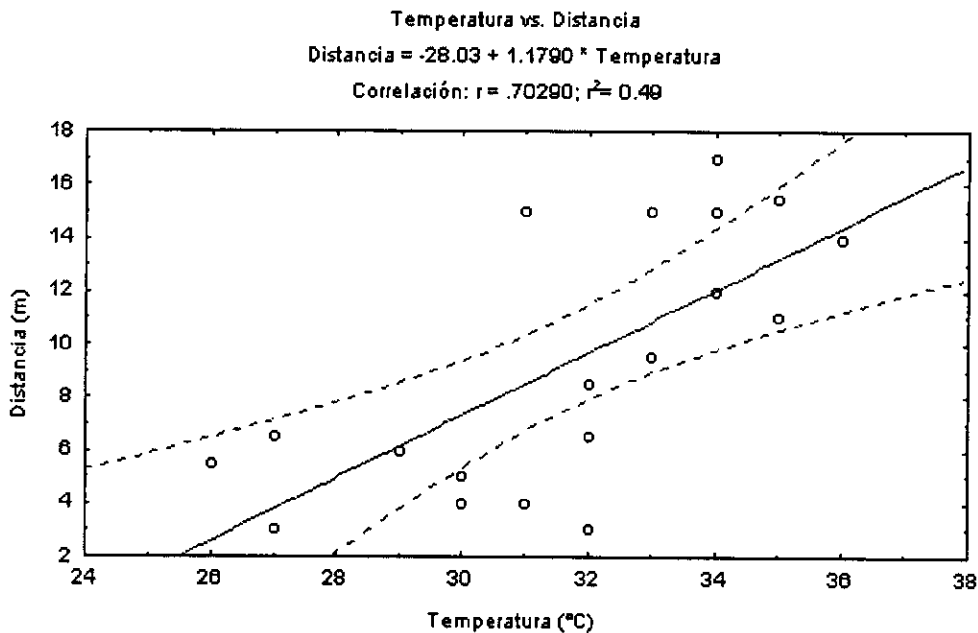


Fig. 21. Gráfica de regresión y correlación de datos (distancia vs. temperatura).

El que los valores de la distancia no se comportaran a la par de los datos de temperatura nos habla de la presencia de otros factores que influyen la dispersión de los neonatos.

Efecto de la lluvia

Aparentemente, el entorno físico y la temperatura no son los únicos factores que determinan la dispersión de un neonato (Fig. 22). La lluvia parece ser un factor imperante en el desplazamiento. Esto se observa en los días 16-18 de la primera etapa en la que se registran temperaturas altas, pero la presencia de precipitación redujo el desplazamiento de

los neonatos a tan sólo 4 m/día. Por otro lado, los días fríos en los que no hubo lluvia, por ejemplo el día 15 que fue el más frío, la falta de lluvia permitió que las iguanas se desplazaran un promedio de 5.5 m. Un metro más que en días calurosos con lluvia. En los días 7 y 8 fueron de fuerte lluvia, el día siete alcanzó una temperatura de 27°C (frío) y los neonatos sólo se desplazaron 3 m. A pesar de que la lluvia cesó a las 14 horas del día siguiente y la temperatura se elevó hasta los 32°C, las iguanas sólo se movieron uno o dos metros en el resto del día. Así, la precipitación tiene un efecto negativo sobre la distancia diaria recorrida.

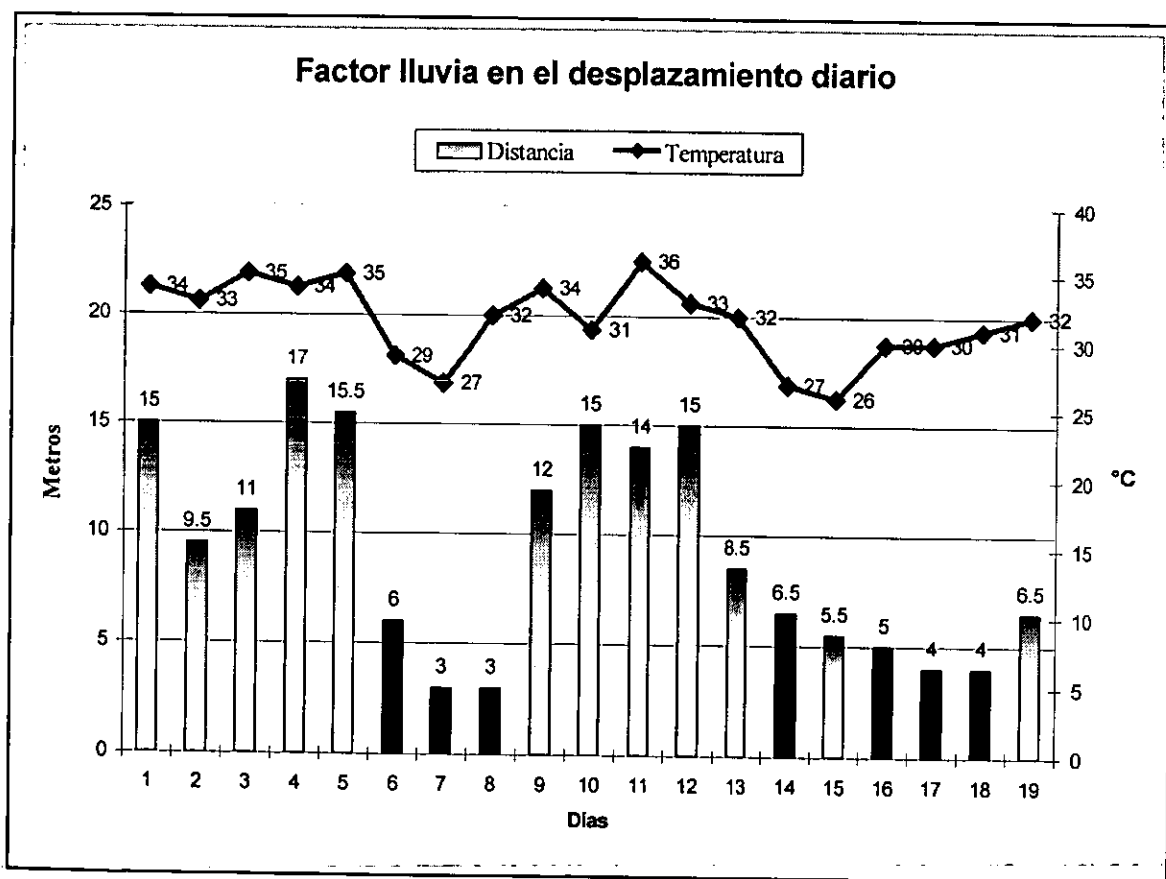


Fig. 22. Factor lluvia en el desplazamiento diario. Primera etapa. Los días de precipitación están representados por columnas con pequeños círculos oscuros. La línea superior indica la temperatura.

Efecto de la temperatura y lluvia en el desplazamiento de nidadas individuales

El efecto de la temperatura, precipitación y entorno aparentemente no tienen efecto sobre el desplazamiento de los neonatos en los primeros seis días después de abandonar los nidos. Las iguanas se desplazan más metros los primeros días reduciendo la distancia diaria promedio gradualmente hacia el quinto día. Este patrón se repite en diferentes nidadas liberadas en lugares distintos y condiciones climáticas diferentes.

Milpa de Berna — En la Fig. 23 se observa que seis neonatos de dos nidadas liberados en la ladera de una colina de un día soleado el primer día se desplazaron 32 metros en promedio. Esta distancia fue disminuyendo cada día hasta el día cuatro en el que solo se desplazaron ocho metros. Posterior a este día, el recorrido diario se elevó a los 40 metros. Este último valor se vio sesgado, ya que en este día dos neonatos recorrieron más de 100 metros.

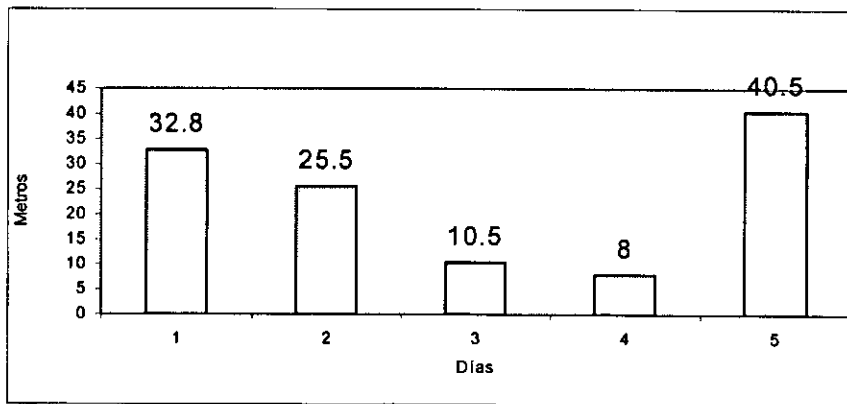


Fig. 23. Desplazamiento por día. Milpa de Berna.

Por ser los primeros días de la temporada de lluvia se observaron pocas flores y larvas e insectos. En la Fig. 24, podemos ver que la temperatura no fue el factor que determinó el desplazamiento, ya que no presentó fluctuaciones severas manteniéndose entre los 33 y 35°C; no obstante los neonatos mostraron el patrón de desplazarse una mayor

cantidad de metros el primer día, e ir disminuyendo esta cifra hasta llegar a una constante conforme pasan los días. La distancia y la temperatura promedio fueron de $\bar{x} 23.4 \pm 6.25$ m/día y 33°C respectivamente.

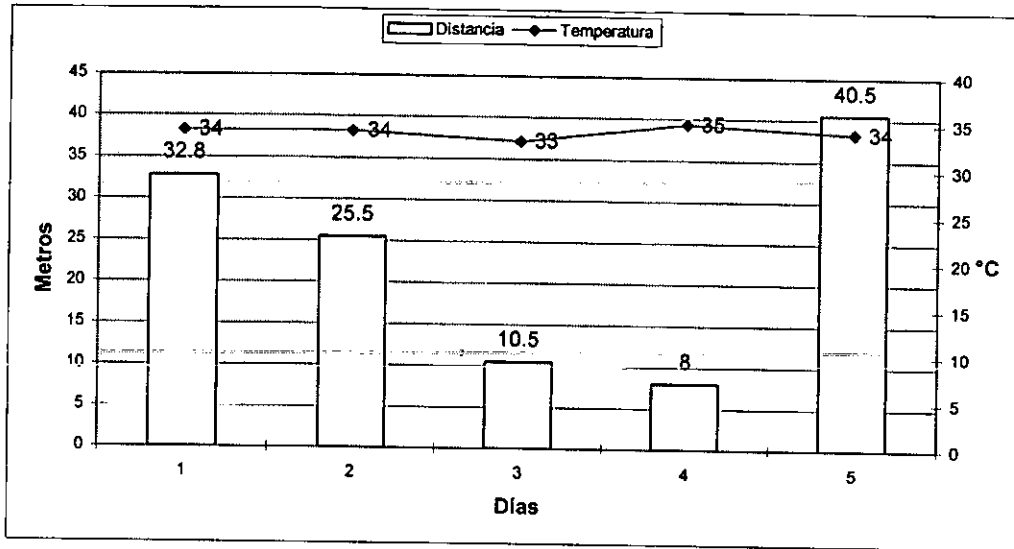


Fig. 24. Factor temperatura y lluvia en el desplazamiento. Milpa de Berna.

Milpa de las palmeras — La (Fig. 25) corresponde a la liberación de la nidada más numerosa (28 neonatos) que se rastreó por un período de seis días. En esta milpa se observó el mismo patrón de desplazamiento al que presentó la milpa de Berna (Fig. 23). Los neonatos se desplazaron las distancias más largas el día posterior a la liberación, disminuyendo estas conforme pasan los días hasta el día seis donde se rompió el patrón.

Al analizar los datos de esta nidada, podemos ver que el primer día fue el más caliente (36°C) y los neonatos se desplazaron más que los otros días. La temperatura entonces descendió gradualmente hasta el día cinco donde se registró precipitación y una temperatura de 27°C. A pesar de que este descenso pudo tener un efecto negativo en el desplazamiento (Fig. 26). Sin embargo, al elevarse la temperatura al día siguiente aún con la presencia de lluvia, la distancia de recorrido continuó con el patrón ya establecido. La

temperatura promedio fue de 31.5°C y el desplazamiento es de \bar{x} 10.76 ± 1.23 m/día, y al momento de la primera liberación en la zona, las plantas ya formaban pequeños arbustos, observándose una gran cantidad de larvas, flores e insectos.

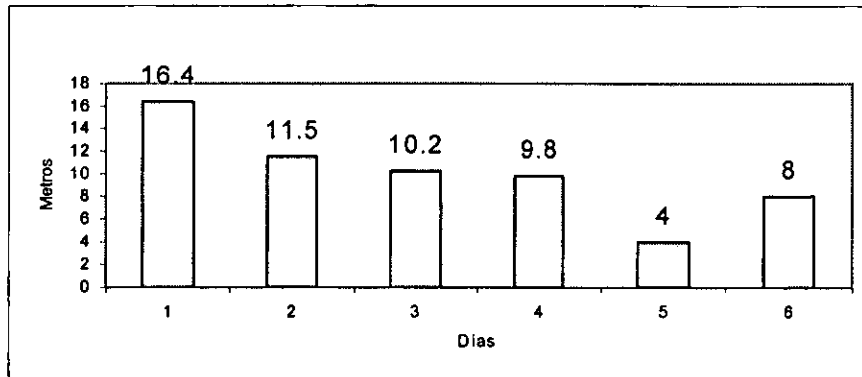


Fig. 25. Desplazamiento por día. Milpa de las Palmeras.

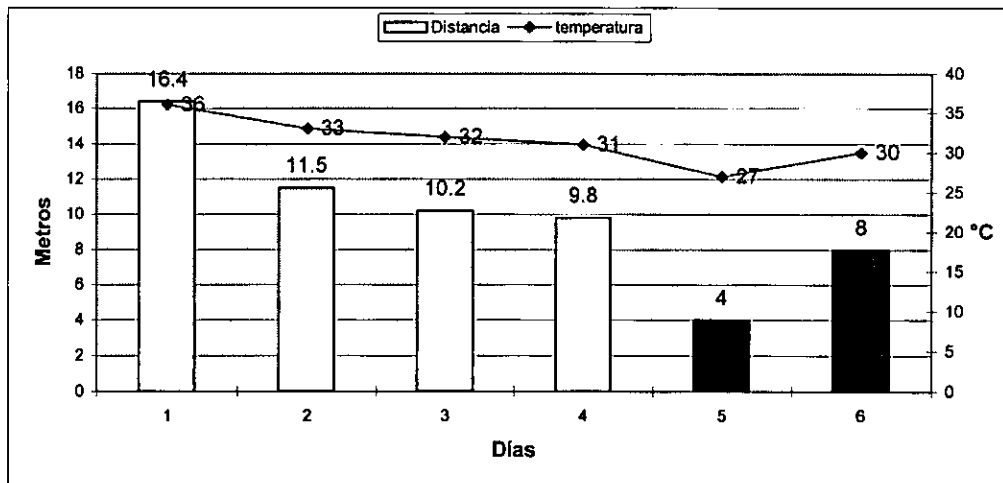


Fig. 26. Factor temperatura y lluvia en el desplazamiento. Milpa de las Palmeras.

Milpa de Félix — En la Fig. 27 se observa la liberación de una nidada de 28 neonatos que se rastrearon por seis días. En esta nidada, el patrón de desplazarse más los primeros días disminuyendo progresivamente, se conservó. El desplazamiento del último día fue idéntico al primero, pero debido a que dos iguanas se desplazaron largas distancias alterando la distancia promedio por día.

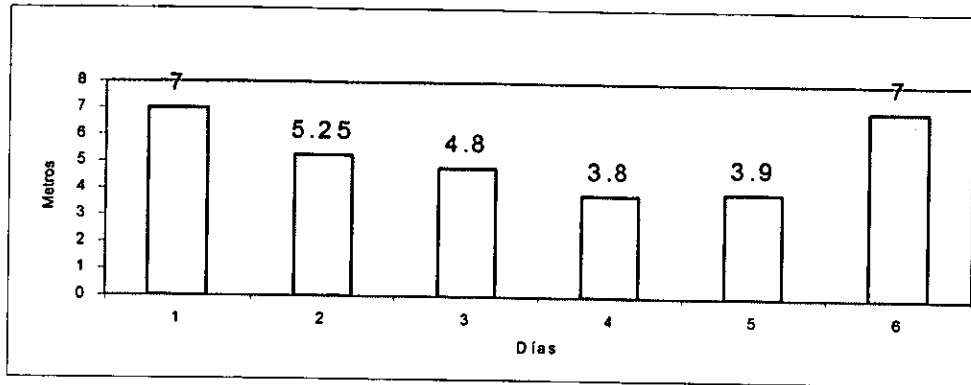


Fig. 27. Desplazamiento por día. Milpa de Félix.

Al contrario de las otras nidadas, éstas se liberaron en un día lluvioso con temperatura baja (27°C). A pesar de que la lluvia y la temperatura fue en aumento, las iguanas tendieron a desplazarse más los primeros días e ir disminuyendo de manera muy similar a otras nidadas (Fig. 28). La lluvia y baja temperatura jugaron un papel muy importante en la velocidad de desplazamiento, ya que el promedio de desplazamiento de estos neonatos fue de $\bar{x} 5.3 \pm 0.71$ m/día, mientras que en las otras milpas el promedio fue de 10 a 20 m diarios. Este ejemplo nos mostró que el patrón de desplazamiento común entre las iguanas liberadas en las distintas milpas se mantuvo independiente a las condiciones climáticas.

Con estos datos podemos suponer la presencia de un factor hereditario que se encuentra ejerciendo una fuerza muy importante en el proceso de dispersión de los neonatos al momento de nacer.

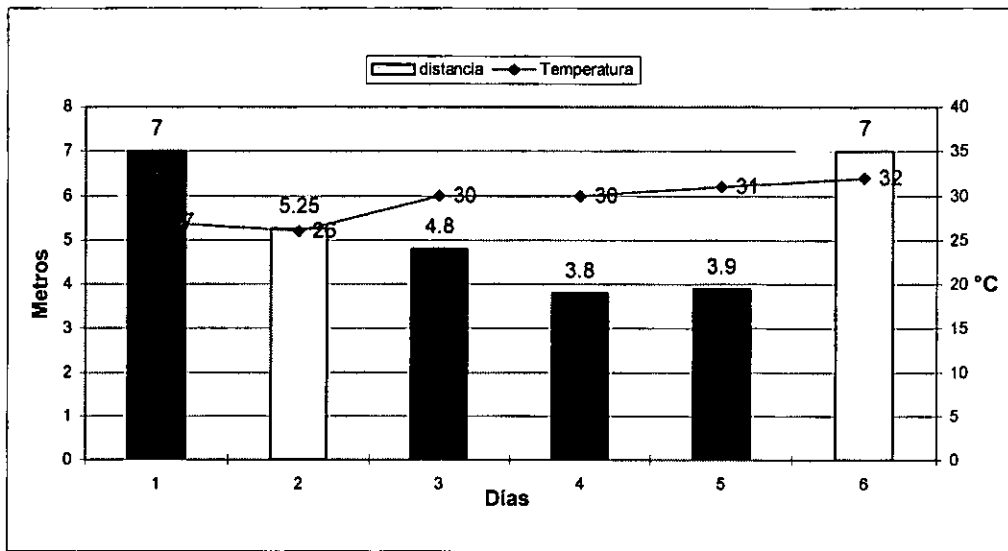


Fig. 28. Factor temperatura y lluvia en el desplazamiento de la nidada liberada en la primera etapa. Milpa de Félix.

Rutas de desplazamiento vertical

Movimientos sobre el perfil de vegetación

En los siguientes perfiles se muestra el recorrido diario de un neonato tomado al azar, mostrando su desplazamiento en cada uno de los tres estratos (suelo, arbusto y árbol). Cada punto indica un evento de movimiento. La Fig. 29 muestra el desplazamiento vertical de un neonato en uno de los primeros días de ser liberada. Se puede apreciar que la iguana en repetidas ocasiones trepó arbustos y volvió a bajar al nivel del suelo para subir a otro. Al parecer se encontraba reconociendo su entorno y no permaneciendo en un sólo sitio para alimentarse. Sus desplazamientos sobre los arbustos fueron rápidos.

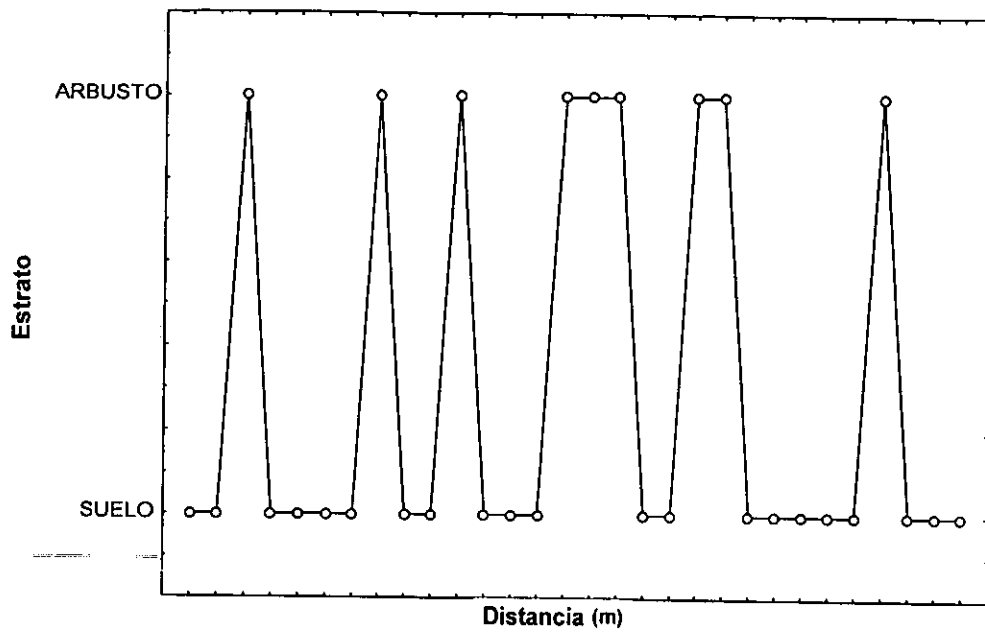


Fig. 29. Desplazamiento de una iguana sobre el perfil de vegetación.

Más adelante la misma iguana mostró un patrón de desplazamiento diferente (Fig. 30), moviéndose una distancia considerable en uno de los últimos días de la investigación.

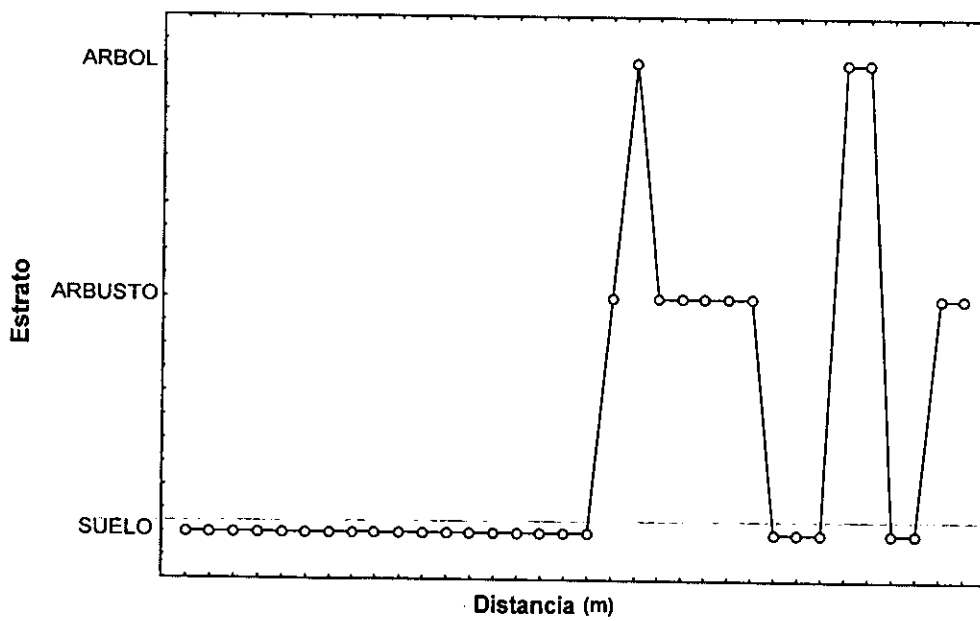


Fig. 30. Desplazamiento de una iguana sobre el perfil de vegetación.

En cuanto llegó a una zona con vegetación más cerrada trepó a los árboles y comenzó a desplazarse sobre unos arbustos adjuntos. Su permanencia en este estrato nos habla de una posible alimentación, ya que se observó la presencia de larvas. Bajó al suelo y posteriormente trepó a otro árbol y comenzó nuevamente a desplazarse por el estrato arbustivo.

Con este tipo de gráficas, se puede apreciar la preferencia de estrato, siendo el suelo el estrato más empleado, seguido de los arbustos. Los neonatos se desplazaron por lo general trazando una línea recta. Pero, si durante el recorrido se topaban con árboles los esquivaban o trepaban para continuar con la trayectoria de su camino original, ya sea por las ramas o pasando a otro árbol, si es que las ramas se encontraban entrelazadas. En ocasiones la iguana descendía del árbol hasta el suelo continuando su camino.

Como patrón general, se encontró que cuando un neonato decidía desplazarse más allá de 50 metros lo hacía de manera rápida y lo más recto posible, sin importar los obstáculos que se encontrara en el camino. Este tipo de desplazamiento continuó hasta que se encontraron con una zona abundante en arbustos, comida y con pocos árboles de tallas altas. Por lo general, fueron laderas u orillas de milpas en donde la vegetación es pequeña o mediana, el sol incide de manera directa y la presencia de larvas y artrópodos es relativamente abundante.

Cuando trepan a los árboles, pueden llegar a pasar de dos a cuatro días sobre éstos, en la parte más alta e inaccesible sin bajar, pero por lo general descienden después del primer día para alimentarse, ya que la presencia de larvas en los árboles es nula.

Preferencia de estrato

Los neonatos se encuentran ocupando el estrato arbustivo de la vegetación, pero llegan a trepar árboles de más de diez metros. Los juveniles ocupan en mayor proporción los troncos huecos y madrigueras en el suelo, mientras que los adultos ocupan principalmente el estrato arbóreo o ambientes rocosos. Al ocupar diferentes estratos permite a las iguanas disminuir la depredación por parte de los adultos, ya que se ha observado canibalismo en esta especie (Reynoso, 2000). Los neonatos permanecen activos durante la mayor parte del día en búsqueda de artrópodos para alimentarse.

En las siguientes figuras se muestra la preferencia de uso de estrato por los neonatos en cada una de las dos etapas:

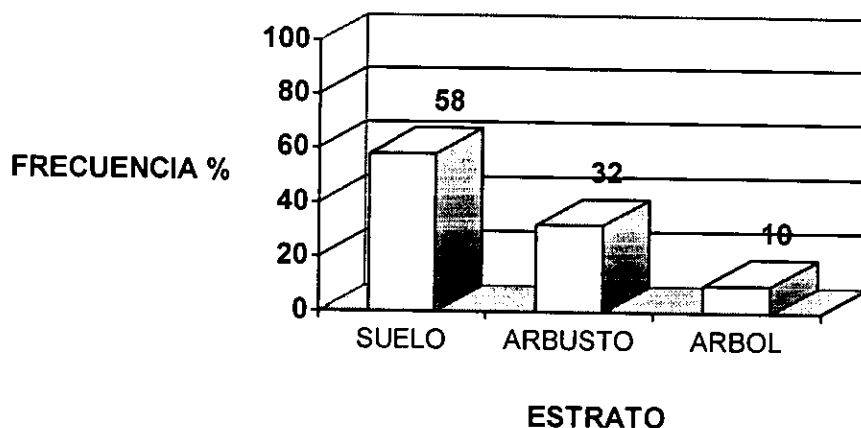


Fig. 31. Preferencia de estrato (primera etapa).

El suelo es el estrato más empleado para sus movimientos, seguido de los arbustos de talla media (1-2 m.). En la etapa 1 (Fig. 31) los estratos bajos como el-suelo y arbustos de baja altura fueron los más ocupados, no obstante, un significativo número de neonatos optaron por trepar arbustos. Uno de los datos de gran importancia fue que una gran cantidad de las iguanas treparon árboles. Fue posible observarlas desplazarse por entre y sobre los

árboles con total libertad y sin atorarse en ningún momento, incluso hubieron neonatos que treparon árboles a una altura de más de diez metros.

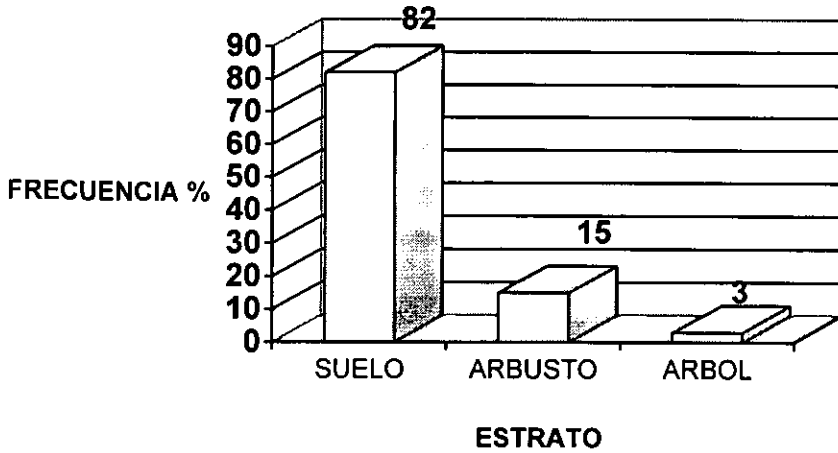


Fig. 32. Preferencia de estrato (segunda etapa).

En la segunda etapa (Fig. 32), sólo el 3% de los neonatos treparon árboles, sin embargo, ninguno de estos rebasaba una altura de ocho metros, debido a la baja altura de los árboles presentes en las milpas utilizadas. Se apreció que en la primera etapa, un mayor número de iguanas se desplazó por arbustos, en comparación con la segunda, una vez más debido a la carencia o poca presencia de arbustos en la milpa utilizada en la segunda etapa.

Depredación

Los neonatos muertas en todas las milpas fueron 31, lo que representa el 18.4% del total de iguanas de la investigación. De estos neonatos, 15 murieron por causas ajenas a la depredación, ocho de ellas por enredarse en el hilo y morir por hipo o hipertermia, tres al ser atropelladas por tractor cuando comenzaron a preparar las tierras para la siembra y dos al ser pisadas por la yunta, una posiblemente ahogada cuando cayó dentro de un hoyo en la tierra y una al caer sobre una planta urticante.

Con lo que respecta a los neonatos depredados, no llegaron a representar más del 9.5% del total de las iguanas usadas en la investigación (Fig. 33). La depredación hecha por aves representó un 62.5% con un total de 10 organismos, cuatro fueron muertas por lagartijas lo que representó el 25% del total de la depredación y se registraron sólo dos depredaciones (12.5%) se registraron por culebras bejuquillo (*Oxybelis fulgidus*).

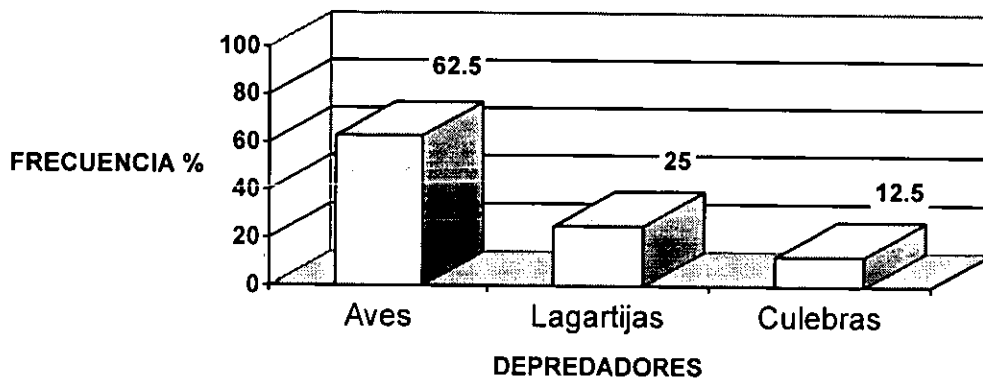


Fig. 33. Depredación.

La depredación se vio drásticamente incrementada en la segunda etapa, debido a la falta de vegetación arbustiva y rastrera, lo cual repercutió en la falta de lugares de refugio contra el sol y contra depredadores. En la primera etapa sólo se registraron cuatro muertes por depredación y 12 en la segunda etapa.

Depredación por aves

Los principales depredadores que se observaron fueron las aves. Se supo que se trataba de un ave, ya que el hilo quedaba tenso por lo general-entre ramas a alturas constantes y distancias superiores a dos metros.

Depredación por lagartijas

Cuatro depredaciones se les atribuyeron a lagartijas. Es fácil su identificación, ya que en el plástico que cubre al spooler se quedan marcados los dientecillos de las lagartijas. La presencia de *Cnemidophorus* de tallas superiores a los neonatos era recurrente en la zona de estudio.

Depredación por serpientes

En contraste con la primera etapa en la que fueron vistas al menos tres culebras del género *Oxybelis* (Fig.34) y dentro de las cuales fue sacada un neonato, no se encontraron culebras que depredaran a las iguanas en la segunda etapa.



Fig.34. Culebra *Oxybelis* depredando a un neonato.

Aparentemente la *Oxybelis* no podía tragarse a la iguana debido al spooler. Un dato importante es que el neonatos al ser rescatado parecía encontrarse bajo el efecto sedante de la mordida de la culebra, éste se recuperó y varias horas después se volvió a liberar para continuar la toma de datos. Sin embargo, la infección causada por la mordedura ocasionó su muerte dos días después.

Se observó que algunos depredadores atrapan a los neonatos por el spooler y ellos mismos terminan por liberarlos del carrete.

DISCUSIÓN

Los resultados concuerdan con (Dobson y Jones, 1985, en Lidicker y Stenseth, 1992) en que la dispersión está determinada por múltiples factores. En este caso se observaron posibles efectos de la herencia, la temperatura, la precipitación y la estructura física del entorno en la conducta de dispersión. Se determinaron los tres pasos que siguen las neonatos en una dispersión según Anderson et al., (1988): la fase de salida, la fase transitoria y la fase de asentamiento. Esta última debió haberse dado en un tiempo posterior al de la investigación, pero era claro que las iguanas comenzaban a permanecer en una cierta zona al menos provisionalmente. Se constató el uso de la zona de dispersión, a lo que Lidicker y Stenseth (1992) denominaron como una zona accesible a dispersiones potenciales y que es suficientemente buena para sobrevivir en ella temporal o permanentemente. Los neonatos encontraron esta zona dentro de los primeros 100 metros a la redonda del punto de liberación (o nido) donde encontraron alimento, y paulatinamente se fueron alejando.

Patrones de desplazamiento horizontal

Dirección preferencial

Los análisis estadísticos aplicados a la dirección en las gráficas de desplazamiento horizontal generadas en la primera y segunda etapa (Fig.14 y 15), permite afirmar que existe una tendencia de moverse hacia cierta zona. Posiblemente lo que propició que las nidadas se desplazaran en direcciones similares en ambas etapas es que hubieran zonas más atractivas que otras dentro de la misma área. Las iguanas pudieron ser capaces de detectar estas zonas visualmente o por aromas, por ejemplo zonas más verdes, vegetación más alta, presencia de larvas, o zonas húmedas.

Las gráficas de desplazamiento de nidadas desde una vista superior (Fig.7, 8, 10 y 12), permiten entender mejor de qué manera se desplazó la nidada completa, que dirección tomó y que distancia recorrió desde el punto inicial. Al igual que en el experimento de Drummond y Burghardt (1982), los neonatos tienden a alejarse del nido inmediatamente después de nacer. Por el tercer día, comenzaron a distinguirse direcciones preferenciales en la dispersión. La preferencia a una dirección particular es persistente aun cuando se soltaron nidadas con una semana de diferencia o un año. El patrón es tan consistente que incluso algunos neonatos diferentes nidadas llagaron exactamente a los mismos sitios a donde habían llegado iguanas liberadas con anterioridad.

La existencia de una dirección preferencial consistente en dos años consecutivos indica que existen zonas más atractivas para los neonatos que otras. Es difícil dilucidar cual es la causa de esta preferencia. Un 50% del total de los neonatos liberados en esta milpa se desplazaron hacia el cuadrante 4 cuya única diferencia fue que en esa dirección, a 200 metros se localizan zonas bajas con árboles de mayor altura y una considerable presencia de arbustos. Posiblemente la preferencia a desplazarse a esa dirección se deba a que los neonatos utilizan principalmente su sistema visual (Underwood, 1951) y hayan sido capaces de localizar este tipo de estructura. Aunado a esto, la quimiorrecepción posiblemente les permita detectar larvas de mariposa o zonas húmedas a larga distancia. Los neonatos casi no optaron por desplazarse hacia cerros ni laderas donde la selva baja caducifolia y selva baja espinosa es dominante.

Un patrón repetido de dispersión fue el siguiente: las iguanas al salir de su nido se alejaron y se refugiaron en la vegetación más cercana, treparon a algún arbusto o árbol alto y se movieron sobre este, se alimentaron y bajaron continuando su camino hacia zonas a las orillas de la milpa. Dos o tres neonatos del total de las iguanas, no cambiaron su dirección

pese a cualquier obstáculo que se interpusiera. Por ejemplo, si un árbol se obstaculizó su camino, lo treparon y al bajar seguían con la misma dirección. Esta conducta también se observó en tres neonatos silvestres a los que se les colocó spooler. Los datos de estas tres iguanas no difirieron ni en distancia, ni en dirección de los otros neonatos de la investigación. Otra conducta recurrente fue el trepar árboles muy altos y permanecer en ellos por al menos un par de horas. Drummond y Burghardt (1982) también observaron neonatos trepando a juncos.

Durante el tiempo de la investigación, se observaron neonatos sin spoolers marcados con chaquiras que pertenecían a las mismas nidadas de aquellos que portaban spooler, en la misma zona en donde se efectuaba la dispersión. Estas iguanas permiten inferir que los spoolers adheridos a la espalda de los neonatos no está interfiriendo en su desplazamiento.

¿Conducta grupal de desplazamiento?

Dobson y Jones (1985) mencionaron que la dispersión en neonatos tiene un origen tanto social como dependiente del hábitat (Lidicker y Stenseth, 1992). Burghardt (1977) afirmó que “los neonatos de iguana verde se mueven usualmente hacia zonas determinadas en grupos sociales”; sin embargo, los datos de esta investigación apoyan que los neonatos de iguana negra se desplazaron hacia zonas determinadas, pero nunca en grupos sociales. En su lugar, se movieron describiendo un abanico pero cada individuo describe su ruta de forma individual, y sólo en algunas ocasiones cinco o más neonatos se observaron desplazándose hacia la misma zona. En este caso, lo que parecen pequeños grupos, no son más que desplazamientos de individuos en forma paralela con la misma dirección. Las características del entorno impedían que las iguanas se percataran visualmente entre ellas.

Por ejemplo, en una ocasión, tres neonatos se desplazaron juntos hacia una misma zona, dos de ellos por el suelo a una distancia de un metro de separación, y el tercero literalmente sobre éstas pero por los árboles. Estos eventos se explican mejor por la casualidad.

Los datos de ésta investigación muestran que la interpretación de Burghardt et al. (1977) sobre la presencia de una conducta social, posiblemente sea aparente durante los primeros días de vida de los neonatos. Los resultados con iguana negra sugieren que los grupos de neonatos que se forman durante los primeros días después de abandonar el nido, no esta dada por una conducta social, sino por que la nidada se encuentra aún muy cercana al punto de salida, y sólo existen pocas matas densas en donde se puedan refugiar. Así, al paso de los días la distancia entre las iguanas comenzó a aumentar disolviéndose los grupos.

Burghardt et al. (1977) concluyeron que dos factores sociales intervienen en la supervivencia de los neonatos de iguana verde: I. interacciones sociales coordinadas, vigilancia y movimientos del tipo gregario y, II. intensa actividad en grupo restringida a breves períodos de tiempo. Esta investigación no denota ningún tipo de actividad o movimientos sincronizados. Los neonatos no se alimentaban en grupo e incluso cuando dos se encontraron en un mismo arbusto, una de ellas podría alimentarse mientras que la otra tomaba el sol sin moverse. Por otro lado, las iguanas no preferían alguna hora en particular para alimentarse, ya que se les observó hacerlo desde las 10 de la mañana hasta las 6 de la tarde.

Las rutas de dispersión se vieron modificadas por depredadores, fenómenos relacionados con el clima (temperatura, lluvia), características del entorno (riachuelos, charcos, lodazales, deslaves) o perturbación humana. Algunas zonas fueron aradas durante la investigación, lo que modificó la dirección en algunos de los neonatos.

A pesar de que no se puede estimar al 100% por donde se va a desplazar una nidada, conociendo el entorno (abundancia vegetacional y presencia del alimento) se podrá determinar una posible zona de desplazamiento preferencial. Sin embargo, siempre existirán organismos que se desplacen al contrario de la predicción y que saldrán de los parámetros promedios de todos los datos.

Velocidad de desplazamiento

El factor de la individualidad y la expresión de la supervivencia, determinó el desplazamiento de cada uno de los neonatos. Siempre hubo neonatos que se desplazaron con menor velocidad y otros que recorrieron con gran rapidez largas distancias a pesar de cruzar zonas con alimento. Las iguanas, al momento de liberarlas no recorrieron grandes distancias. Algunas de ellas se mantuvieron a una distancia de un metro, pero la mayoría se movió pocos metros, comenzando a reconocer su entorno. Posterior a esto, el desplazamiento de cada iguana es impredecible. En general el total de las iguanas no comieron nada el primer día y sólo olieron, lengüetearon y dieron pequeñas mordidas a hojas, tierra, troncos y piedras. Fue más frecuente verlas alimentarse después del día tres.

Distancias recorridas

No se había reportado qué distancia puede recorrer un neonato después de abandonar el nido. En esta investigación fue evidente de que los desplazamientos son cortos pero constantes. El que sólo ocho neonatos terminaran con el hilo del carrete, indicó que la distancia promedio máxima que recorrerían las iguanas sería menor que los 274 metros en 15 días. Por otra parte el 90% del total de las iguanas recorrió una distancia diaria promedio de 0-60 metros, pero este valor depende por completo de las características del entorno, así como las condiciones climáticas.

Cada vez que una iguana se desplazó una distancia grande, lo hizo en el intervalo de la mañana al medio día y de una forma constante. Sólo se detuvieron a oler o probar hojas, como si estuvieran reconociendo su entorno, pero siempre siguieron la misma dirección. Ya por la tarde los neonatos redujeron su actividad permaneciendo en un área reducida.

Estructura física del entorno

Las velocidades de desplazamiento de neonatos de iguana negra se ven afectadas por la estructura física del entorno. En dos años consecutivos se registraron diferencias significativas entre las distancias promedio recorridas, según lo denota el análisis de elipses y la prueba de Hotelling para dos muestras (Fig. 14 y 15). Estas diferencias en las distancias recorridas están estrechamente correlacionadas a la estructura vegetacional que varió considerablemente entre ambos años de estudio. En la primera etapa, donde se registraron velocidades de desplazamiento menores, las milpas se encontraban con muchas plantas germinando; sin embargo, en la segunda, donde las distancias recorridas por día se vieron incrementadas, existía poca vegetación, debido a un retraso en la época de lluvia. En la milpa de Felix, lugar donde se liberaron nidadas completas los dos años, en la segunda etapa la presencia de arbustos no era tan abundante como en la primera. Había claros entre los manchones de vegetación con un suelo desnudo y sin hierbas, no habían hojas nuevas creciendo en los arbustos, y en relación con el año anterior, la vegetación existente representó una densidad entre el 40 y 60%. Debido a la quema del terreno, los arbustos quemados exponían sus ramas secas con un 50% de hojas en ellas. Esto influyó directamente en la presencia de larvas e insectos que sirven como alimento a los neonatos.

La presencia de plantas y larvas en toda la zona de liberación (o nidos) marcaron en la primera etapa una zona de asentamiento temporal más pronto que en la segunda, donde la

vegetación y el alimento era más escaso cerca del nido. Para la segunda etapa, la zona ofrecía refugio cerca del punto de liberación, pero más allá de los 100 m aproximadamente no se encontraron arbustos o vegetación que diera protección y alimento a los neonatos. Una vez rebasada la franja de arbustos próximos al punto de liberación, sólo había dos opciones, regresar a esta zona de vegetación o desplazarse hasta encontrar otra alejándose rápidamente del punto de liberación. En algunos casos fue necesario desplazarse más que la cantidad de hilo que contiene el carrete para alcanzar otra zona de asentamiento. Así, al incrementarse la distancia entre arbustos, la distancia total promedio recorrida por la nidada también aumentaba. Una vez que los neonatos localizaban un arbusto con una gran cantidad de larvas, dejaron de desplazarse, incluso habiendo algunos que permanecieron sobre estos arbustos por largo tiempo.

El que se desplazaran más en una etapa que en otra, estuvo en función a las diferencias del entorno que cambiaron en una misma zona, año con año. Entre mayor vegetación, la velocidad de desplazamiento será menor.

Conductas en la dispersión

En las Fig. 16 y 17, se aprecian claramente dos grupos que difieren en sus estrategias de dispersión. Estas estrategias podrían reflejar dos conductas. Se decidió denominar iguanas “pachorrudas” a los neonatos del primer grupo de valores que corresponde casi al 90% de las iguanas. Este grupo se desplazó en promedio 78 m en 15 días, y en general los 129 neonatos considerados pachorrudos no salieron de un área de 180 m a la redonda en un período de 15 días.

Por otro lado, las iguanas llamadas “aventureras” se desplazaron largas distancias sin detenerse por varios días. Estas se desplazaron en rangos superiores a los 180 m en 15

días y en su mayoría terminaron con el hilo del carrete. Representaron aproximadamente el 10.5% del total de neonatos liberados.

Las iguanas hicieron su recorrido en línea recta sin importar la dirección de su desplazamiento. Muchas de las iguanas aventureras se desgastaron mucho y varias fueron encontradas muertas, ya que en las zonas a las que se desplazaban muchas veces no tenían alimento. Posiblemente al tratar de llegar a zonas con alimento morían en el intento. A pesar de esto, las iguanas aventureras llegaban a zonas que se encontraban más libres de depredadores en comparación con las orillas de las milpas. Aun cuando la conducta aventurera se manifiesta en proporciones bajas, todas las nidadas empleadas registraron esta conducta.

Efecto de la temperatura y precipitación

A la fecha no se habían realizado estudios sobre la influencia de la temperatura y la precipitación en la dispersión de neonatos de iguanas. Los resultados mostraron que ambos factores no tuvieron tanta influencia en un inicio del desplazamiento como sucedió después de los cuatro o cinco días posteriores a su nacimiento.

De acuerdo con el análisis general de las nidadas, la temperatura sólo afectó el proceso de dispersión de los neonatos en condiciones “extremas”. A temperaturas frías (27°C) las iguanas redujeron su promedio de desplazamiento a tres metros por día; mientras que a 36°C lo disminuyeron a 14 metros. La temperatura en la que se registró más distancia en los desplazamientos fue entre los 31 y 34°C donde se desplazaron entre 15 y 17 metros en promedio por día.

Las variaciones de temperatura no afectan la conducta aventurera. El mejor ejemplo de esto fue en el día seis, en donde la distancia promedio recorrida por la nidada fue de seis

metros, mientras que una iguana aventurera registró un desplazamiento de 112 m, a pesar de la baja temperatura. Del mismo modo, el día que se registró la temperatura más alta, la distancia promedio recorrida se mantuvo en 14 m mientras que otra aventurera se desplazó por casi 60 m.

Un factor de gran importancia en el desplazamiento fue la precipitación. Este factor fue definitivo, ya que se encontró que en días lluviosos los neonatos no se desplazaron más de tres metros, no obstante que la temperatura haya sido favorable (Fig.22). A pesar de que la temperatura se encontrara baja, la ausencia de lluvia permitió que las iguanas se desplazaran algunos metros, pero en condiciones de lluvia, los neonatos casi no se desplazaron, sino que preferentemente permanecieron casi inmóviles en pequeños arbustos.

Factor herencia en la velocidad de desplazamiento después de la eclosión

Fue posible determinar un patrón claro de desplazamiento en los primeros días después del nacimiento. Este patrón fue consistente en todas las nidadas liberadas en cada una de las milpas. Los neonatos se desplazaron en promedio con mayor velocidad los primeros días, disminuyendo la distancia recorrida en los días subsiguientes, sin importar la temperatura, lluvia o estructura física del entorno (Figs. 23, 25 y 27). Esto se observó incluso en los neonatos silvestres que se emplearon durante la investigación. La tendencia pareciera indicar que al nacer, lo importante para un neonato es alejarse del nido lo más rápido posible.

Este resultado se obtuvo de una manera indirecta; por lo que será necesario desarrollar un estudio a futuro para establecer de qué forma la herencia interviene y en qué porcentaje este factor determina el proceso de dispersión en neonatos de iguana negra en los primeros días de vida.

Rutas de desplazamiento vertical

A diferencia de los estudios de Burghardt y Drummond (1982) quienes perdieron rápidamente iguanas marcadas, con el rastro de hilo del spooler fue posible reconstruir con exactitud los desplazamientos de cada neonato liberado. Se observó que los neonatos prefieren desplazarse por el suelo y los arbustos a los árboles, y que los neonatos trepan a árboles y se desplazan sobre ellos con gran agilidad.

Los desplazamientos por el suelo son de una manera rápida y en intervalos, ya que en este momento los neonatos son más vulnerables a ser vistas por un depredador, considerando que la fuerza de selección más fuerte es durante los primeros meses de vida de una iguana (Burghardt, 1977). La preferencia del suelo fue consistente en ambas años, permaneciendo en los arbustos pequeños solamente para alimentarse. Solamente unas pocas iguanas prefirieron refugiarse en árboles de tallas superiores a los 5 metros, registrándose muy pocas que treparon a árboles de más de 12 metros. Por lo general, estos árboles se encuentran a orillas de las milpas o de causes secos de ríos. En los árboles, la zona de preferencia es la parte superior en las ramas más alejadas del tronco, e incluso pueden escalar hasta el dosel, tal vez buscando los rayos del sol. Los neonatos no duran más de 2 ó 3 días sobre un árbol. La posibilidad de trepar árboles por los neonatos había permanecido desconocida hasta ahora y hubiera sido muy difícil detectarlo si no fuera por los carretes.

Una vez que un neonato percibe la presencia de un investigador, al sentirse asechada se mantiene inmóvil confiando en su mimetismo, pero tan pronto se siente amenazada salen corriendo. Si la iguana está sobre un árbol, al igual que los adultos, salta sin importar la altura.

Un dato curioso fue haber encontrado cuatro trayectorias con hilos tensados a una altura superior a los cinco metros cruzando en línea recta de un árbol separados de otro por cerca de tres metros. Explicar esta trayectoria es difícil pues se cree imposible que un neonato salte tres metros para alcanzar ramas de árboles contiguos. Lo que se cree es que un pájaro al tratar de depredarlas, cayeron en la rama del árbol próximo escapando de su depredador sin ningún daño alguno.

Depredación

El método nos permitió establecer la tasa de depredación en los primeros días, un dato desconocido para la iguana negra. Aun cuando el 18.4% de las iguanas de la investigación murieron, sólo el 9.5% de los neonatos fueron depredados. Los depredadores más abundantes registrados fueron las aves, siguiendo las lagartijas y las culebras. Es posible que exista una correspondencia entre la alta tasa de depredación con la baja densidad de vegetación y el mayor desplazamiento de los neonatos, ya que en la segunda etapa se registró el número más alto de depredaciones por ave. La falta de hojas en los arbustos de la zona facilitaba la visualización de los neonatos al desplazarse sobre las ramas y espacios vacíos.

Se observaron serpientes como la bejuquillo (*Oxybelis*) y la chatilla (*Porthidium*) en las zonas donde se soltaron los neonatos. De los neonatos depredados se rescató a una iguana con spooler siendo devorada por una *Oxybelis*. Se pensó que estaba muerta, pero a las dos o tres horas posteriores se recuperó de tan buena forma que se le volvió a soltar para que continuara en la investigación. Sin embargo, a los tres o cuatro días fue encontrada muerta a causa de una infección en la mordedura, ya que presentaba gusanos en la herida.

EVALUACIÓN DEL MÉTODO DE SPOOLERS

La facilidad, cantidad, así como la calidad de los datos obtenidos son el mejor indicador de que estimar patrones de desplazamiento con spoolers es un buen método, en comparación con otros métodos tales como los marcadores radioactivos, fluorescentes, etc. Esta investigación ha permitido recolectar datos biológicos de gran valor para el estudio de la iguana negra en su estadio de neonato. El cuadro 2 se refiere a datos obtenidos a través de la investigación para estimar la eficiencia del método. Para esto se consideraron iguanas que en algún momento de la investigación se enredaron por diferentes factores con el hilo; iguanas a las cuales se les perdió el rastro y no se recuperaron, ya sea por que el hilo se rompió, porque alguna persona o animal destruyó el rastro, o porque la lluvia enterró el hilo; iguanas que perdieron el spooler, ya sea por que éste se les despegó o por que al tratar de pasar entre arbustos al intentar huir de un depredador se los arrancaron; iguanas muertas por accidentes, ya sea por enredarse en el hilo, por falta de alimentación, o por ser pisadas por vacas o personas en las tierras de cultivos.

Los neonatos que nacieron dentro de los iguanarios se comportaban de igual manera que las silvestres que se atraparon e incluyeron en la investigación, a pesar de haber sido marcadas en la cola, ser manipuladas para colocarles el spooler y ser transportadas para su liberación, durante la investigación se comportaron de manera arisca e incluso agresivas; a la menor oportunidad intentaban escaparse. Fue fácil reconocer a un neonato sano, por su rapidez, no se notan sus costillas cuando respira y su coloración era semejante a la vegetación recién germinada.

Cuadro.2. Datos generales de la investigación.

DATOS TOTALES (1 y 2° Etapa)		
	<i>Cantidad de organismos</i>	<i>Porcentaje total (%)</i>
Iguanas atoradas:	18	10.7
Iguanas perdidas:	28	16.6
Iguanas que pierden spooler:	48	28.5
Iguanas muertas no depredadas:	15	8.9
Iguanas depredadas:	16	9.5
Iguanas con hilo terminado:	8	4.7
Total de iguanas utilizadas:	168	100

En el cuadro 2, las tres primeras categorías nos indican elementos “negativos” sobre el método, ya que son deficiencias del mismo método el que origina los problemas.

A lo largo de toda la investigación, sólo 18 neonatos del total empleadas se enredaron en el hilo, representando un valor casi del 11%. Se perdieron el 16.6% del total, lo que representa 28 neonatos, principalmente por la ruptura de varios hilos en una misma zona debido principalmente al viento. El valor más alto que se registró fue el de las iguanas que tiran el spooler donde cerca del 30% lo perdieron. Algunas lo hicieron entre el primer y segundo día, aunque la mayoría lo perdieron generalmente a partir del cuarto y quinto día, dependiendo desde luego de las condiciones climáticas, ya que la humedad facilita su desprendimiento. Es de importancia señalar que, no obstante que la iguana pierda su spooler se registraban los recorridos hasta el día en que lo tirara, por lo cual no se consideraban estos valores como perdidos.

Las siguientes categorías son indicadores “positivos” del método, ya que nos dan información real y nueva acerca de la biología de los neonatos de iguana negra. Las iguanas muertas por causas ajenas a la depredación no llegaban al 10% del total. Estas muertes por accidente pueden o no ser importantes para entender la biología de la especie. Por ejemplo, para los neonatos de Nizanda, el que mueran al ser pisadas por un tractor o una vaca nos da

información sobre el efecto que tienen las actividades humanas sobre la supervivencia de los neonatos. Estos datos son importantes ya que para esta población de iguana negra, los sitios de anidación están vinculados a los cultivos. La depredación de iguanas dentro de la investigación llegó al 9.5% que nos indica la tasa de depredación en los primeros días después del nacimiento, datos que son usualmente muy difíciles de tomar. La eficiencia del método se estimó en que 71.5% de las iguanas no pierden el spooler y, de éstas, el 4.7% terminó con el hilo (Fig. 35).



Fig. 35. Neonato con hilo terminado.

Cuadro. 3. Datos de las iguanas en cada una de las dos etapas.

	1° Etapa	2° Etapa
Iguanas atoradas:	14	4
Iguanas perdidas:	15	13
Iguanas que pierden spooler:	33	15
Iguanas muertas no depredadas:	9	6
Iguanas depredadas:	4	12
Iguanas con hilo terminado	3	5
Total empleadas:	93	75

Indicadores negativos del método

Iguanas atoradas

En la primera etapa de la investigación apareció el mayor número de iguanas atoradas (14 neonatos). Esto fue debido a la inexperiencia en el empleo del método, así como a que en la primera etapa la vegetación era más abundante, por lo que fue más fácil que el hilo se enredara con las hojas. Si una iguana daba muchas vueltas dentro de un mismo arbusto, era casi probable que terminara atorada con su propio rastro. Algunas especies de enredaderas presentaban gran cantidad de vellosidades en la superficie de sus hojas, por lo que el hilo fácilmente se enredaba entre éstas. Por lo general, los neonatos se enredaron únicamente por la cola. La marca de chaquiras que inicialmente se les colocaba a las iguanas en la cola para poderlas identificar provocó en algunas ocasiones, que los neonatos se enredaran con el hilo. Cuando varias iguanas se metían dentro de un mismo arbusto, literalmente tejían una telaraña en la que por lo menos en dos ocasiones algunas iguanas se vieron atrapadas. Sin embargo, muchas veces pudieron continuar con su desplazamiento.

Para la segunda etapa de la investigación se redujo solamente a cuatro neonatos atorados. Esto fue debido en primer lugar a la falta de vegetación con follaje o incluso a su total ausencia.

Iguanas perdidas

En cuanto a los datos de iguanas perdidas, los valores para las dos etapas son muy cercanos. En la primera etapa se perdieron 15 neonatos (16.1%) mientras que en la segunda únicamente 13 (17.3%).

Sin duda, el viento representó la principal causa de la pérdida del rastro de los neonatos. En la segunda etapa la falta de hierbas y la pobre cobertura de los arbustos no ofrecía suficiente alimento y protección contra depredadores o el sol. Con la carencia de hojas en los arbustos, las ramas se encontraban expuestas de tal forma que al momento de que un neonato cruzaba por entre las ramas, el hilo se atoraba y tensaba con lo que al soplar una ráfaga de viento era muy fácil que se rompiera. Si la rotura sucedía muy cerca del spooler, el remanente del hilo no se llegaba a atorar con otra rama u hoja, perdiéndose el rastro del neonato. En algunas trayectorias problemáticas, el hilo se rompía en repetidas ocasiones, lo cual hacía sumamente difícil seguir a los neonatos. En otras ocasiones se cruzaban hilos rotos de diferentes rastros haciendo casi imposible el correcto seguimiento de las trayectorias. De manera similar a lo que sucedió en los arbustos, en los árboles se puede perder el rastro de un neonato rompiéndose el hilo al soplar el viento. En otros casos se llegaron a encontrar más de tres o cuatro hilos rotos que habían sido cortados por el paso de un animal ya sea vaca, caballo, etc. La cantidad de iguanas perdidas en la primera etapa, se debió en gran parte a que dos de las cuatro zonas de la investigación fueron aradas, rompiendo gran cantidad de hilos.

En algunas ocasiones la lluvia enterró el hilo cuando este descansaba al ras del suelo y la lluvia lo salpicaba con tierra, de tal manera que terminaba cubriéndolo. Así si se seguía un rastro, en el cual había un tramo de hilo roto, cuya punta más cercana al neonato se encontraba sobre el suelo, la lluvia en la noche anterior podía ocultarlo, de tal manera que era casi imposible encontrarlo.

Iguanas que pierden spooler

Sin lugar a dudas el principal problema en la investigación fue la pérdida del spooler. Aun cuando no fue frecuente que las iguanas lo tirasen en los primeros días, hacia el cuarto y quinto día fue común que sucediera. En la primera etapa se encontraron 33 neonatos que perdieron el spooler y en la segunda (15 iguanas) menos de la mitad que en la primera etapa, por lo que se supuso que las pérdidas eran azarosas. Posibles causas de esta diferencia fueron: a) el follaje, ya que la falta de hierbas y arbustos en la segunda etapa disminuyó fricción del spooler comparado a la primera etapa y, b) la lluvia que favorece al desprendimiento del carrete, al humedecerse la espalda de la iguana. Para evitar este problema en la segunda etapa, se trató de implementar una forma de sujetar el spooler a modo de mochila, sin embargo, el carrete se giró hacia los costados impidiendo el libre desplazamiento del neonato. Esta alternativa contó con la desventaja de que al crecer el neonato, no podía deshacerse del spooler, y posiblemente llegase a lastimarla. La ventaja de pegar el spooler sobre la espalda del neonato nos facilitó el problema y, en el caso de que el spooler se terminara, la envoltura se despegaría junto con la piel de la iguana cuando esta mudara (Fig.36). De cualquier forma, aunque el carrete estuviera bien pegado, no podría resistir por mucho tiempo la constante fricción producida por el desplazamiento de un neonato a través de arbustos, y la continua exposición a la humedad, por ello, en los días lluviosos fue común encontrar spoolers.



Fig. 36. Neonato después de mudar de piel y tirar el spooler mostrando algunas marcas de necrosis.

Otras veces la iguana se atoraba con el hilo, y en su esfuerzo por liberarse se despegaba el carrete o lo dejaba casi listo para caerse.

El continuo empleo de pegamento provocó necrosis en algunas iguanas durante la primera etapa, en algunas ocasiones se encontraron heridas expuestas que se sanaron con una gota de yodo. Para evitar este daño como consecuencia del uso del pegamento, en la segunda etapa se empleó barniz de uñas aplicado en la espalda de la iguana dejándolo secar por un minuto y pegando el spooler sobre la capa de barniz. Con este sencillo procedimiento se evitó cualquier daño a la piel de los neonatos y para la segunda etapa no se detectó ningún caso de necrosis.

ESTE MATERIAL NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

Indicadores positivos del método

Iguanas muertas no depredadas

Fueron pocas las iguanas encontradas muertas por causas ajenas a la depredación. Durante la primera etapa se registraron ocho neonatos, mientras que en la segunda etapa fueron cuatro. En la primera etapa se registraron el doble de muertes que en la segunda debido a que dos de las cuatro zonas de cultivo en las que se liberaron eran usadas como potreros y se comenzaban a arar para la siembra. Esto ocasionó que varias de las iguanas fueran muertas por pisadas de vacas o por la yunta. Se sugiere se seleccione áreas lejos de estas actividades para correr investigaciones similares.

Se tienen registrados datos de neonatos que en sus primeros días se desplazaron normalmente, encontrando refugio en mezquites u otros arbustos en donde no se movieron por varios días. Aun cuando se les revisaba diariamente verificando que el hilo saliera sin impedimento, o que la iguana no se encontrara lastimada, ésta moría no obstante que las condiciones se encontraban aparentemente normales.

Iguanas que terminaron todo el hilo

El mayor número de neonatos que terminaron con el hilo, se encontraban en la segunda etapa. Esto aparentemente reflejó la carencia de vegetación en la zona y por lo tanto de alimento, teniendo que desplazarse una mayor distancia para conseguirlo en comparación con la primera. De cualquier forma, se trató de un valor bajo en ambos casos: en la primera etapa fueron tres neonatos y en la segunda cinco, lo que representó un 3.12 y un 6.6% respectivamente. Con esto, se puede asegurar que mientras exista alimento en la zona (Fig.37) los neonatos no se desplazaron una distancia mayor a los 274 metros en cualquier dirección. Lo que nos da un área determinada en la investigación y por ende en la

búsqueda de neonatos, en una zona en la cual se tiene el registro de la puesta de una hembra.



Fig.37. Presencia de larvas en la zona de estudio.

Ejemplos de casos aislados

Con la utilización de éste método, se ha podido compilar valiosa información sobre la historia natural de los neonatos de la iguana negra, así como describir escenas a las que se enfrentan las iguanas cotidianamente durante éste período de su vida. Estas anécdotas son inéditas en los reportes científicos con neonatos de cualquier género.

Muerte por planta urticante — Dentro de las muertes ajenas a la depredación se describe una iguana que nos muestra la vulnerabilidad de los neonatos (Fig.38). Este neonato después de recorrer 12 m, sufrió una caída desde un árbol a una altura de por lo menos cuatro metros, al caer sobre una planta urticante del género *Nidusculus*. Se perforó el estómago y una pata trasera. Posteriormente cayó al suelo y se desplazó dos metros trepando nuevamente a un arbusto y muriendo.



Fig. 38. Neonato muerta por *Nidusculus*. En la parte posterior izquierda del abdomen se observa la zona de envenenamiento por *Nidusculus*, que se manifiesta con un cambio de coloración en la piel.

La iguana se encontró sobre el arbusto y, al revisarla las marcas de las espinas de la planta urticante, fue identificada y, al recorrer el camino que se había trazado con el hilo, fue posible reconstruir lo ocurrido (Fig. 39). Este es el primer dato de muerte accidental que

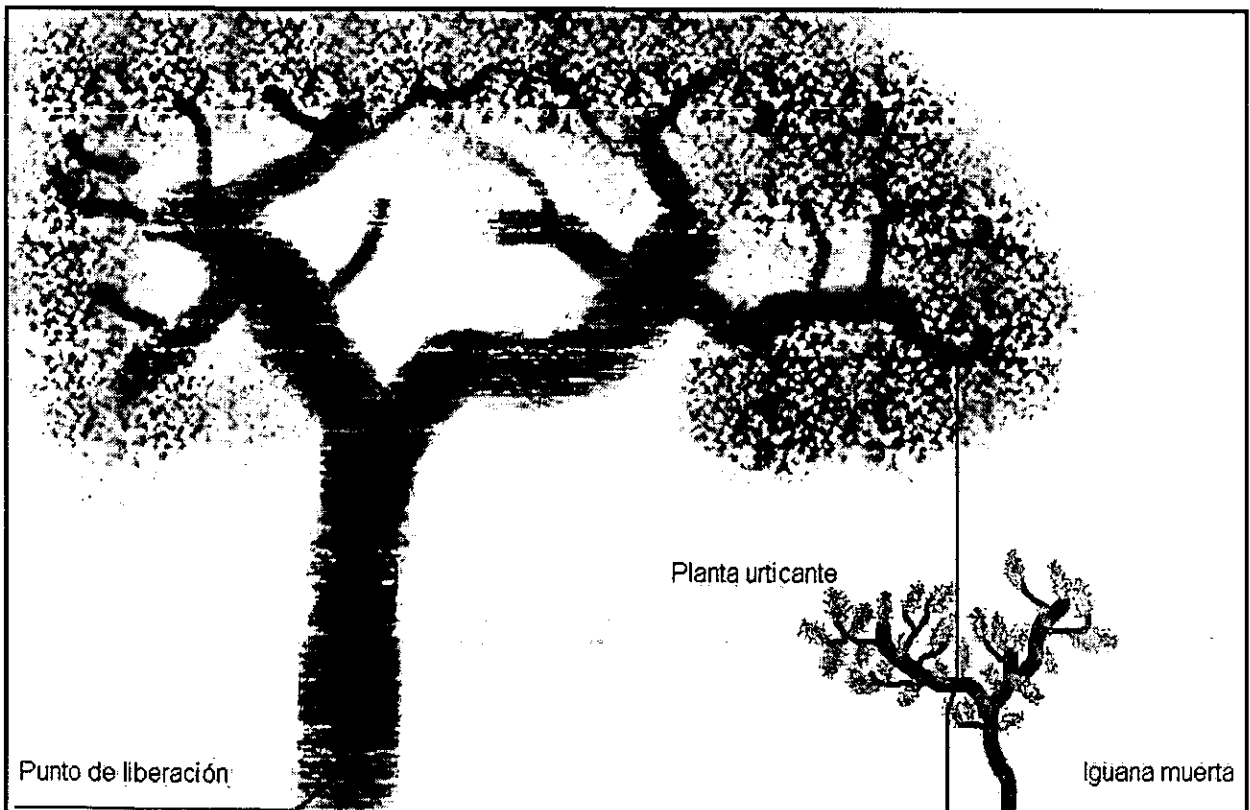


Fig. 39. Trayectoria de un neonato muerto accidentalmente al caer sobre una planta urticante.

se registra con tanta confiabilidad y de no ser por el spooler esto no habrá sido posible describirlo.

Depredación de una iguana por ave — Se graficó la trayectoria de un neonato y se interpretó su depredación de la siguiente manera. Después de recorrer cierta distancia, la iguana fue atrapada por un ave. Al pasar por un arbusto, el ave soltó a la iguana y ésta trató de huir corriendo sobre el suelo hacia otro arbusto donde fue vista otra vez y vuelta a capturar por el ave; ésta volvió a volar unos metros y esta vez se posó sobre el suelo y se comió a la iguana, encontramos únicamente el carrito roto. (Fig. 40)

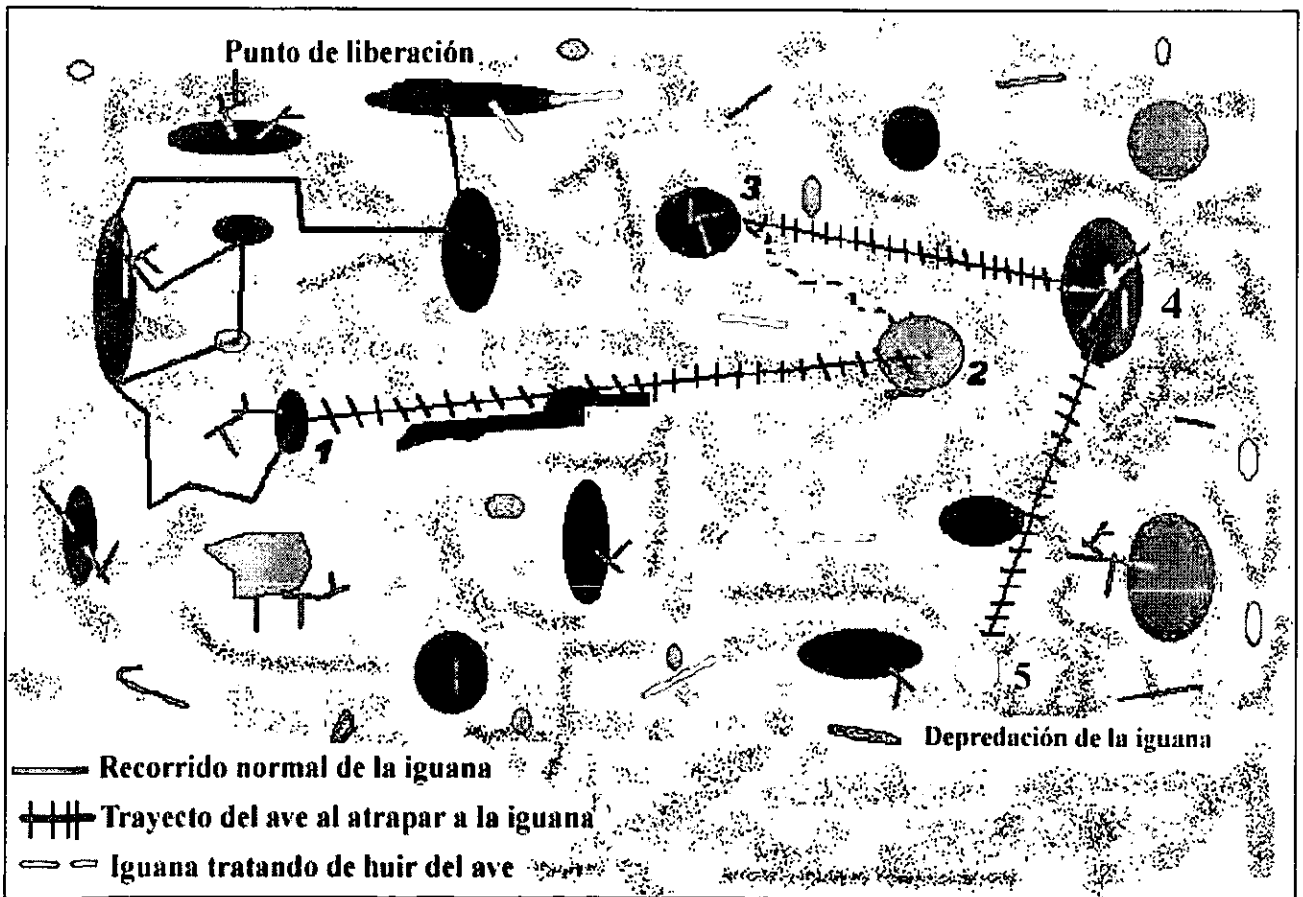


Fig. 40. Ejemplo de la depredación por ave.

En el esquema se muestra la trayectoria original del neonato, en el punto 1 la iguana se encontraba en un arbusto a un metro de altura cuando es capturada por el ave. Entonces se trazó una línea recta a otro arbusto a una altura de un metro, al parecer el ave se posó en una rama del arbusto marcado como el punto 2 y soltó a la iguana que bajó del arbusto y comenzó a huir hacia otra planta y por las características del terreno no lo pudo hacer de manera rápida, por lo que fue atrapada de nuevo por el ave, punto 3, esta vez el ave voló a un arbusto más alto, punto 4, y después hacia una pequeña zona libre de hierbas en donde se comió a la iguana dejando el spooler picoteado y roto, punto 5. Los vuelos del ave se distinguen ya que el hilo se tensa entre arbustos a una altura por lo general constante sobre el suelo.

En otra ocasión, mientras se tomaban los datos de una nidada, ocurrió una depredación sin que nadie se percatara. Se trató de una iguana a la cual ya se le habían tomado los datos del día, cuando el equipo se disponía a regresar al pueblo, nos dimos cuenta que un hilo se encontraba trazando una diagonal hacía unos árboles cercanos, a una altura de por lo menos ocho metros. Al comenzar a seguir el hilo, éste pasaba de un árbol a otro más o menos a la misma altura, al cabo de un rato, encontramos a la iguana al pie de un árbol a una distancia de alrededor de 50 metros del punto inicial. El ave le arrancó la cabeza y junto con ella sus vísceras. Durante el seguimiento del hilo sobre los árboles se encontró una pluma, justo entre unas ramas por donde el ave pasó. De esta manera supimos que se trataba de una calandria del género *Icterus*. La identidad taxonómica se verificó al haberse encontrado un nido con tres polluelos dentro en las laderas cercanas a la zona de liberación, precisándose la especie *Icterus pustulatus* (Peterson, 1994). Ejemplos como este y el anterior, sugieren que el método de spoolers puede ser empleado para estudios de conducta depredadora de aves.

Iguana atrapada y muerta en un túnel — Un caso más, es el de una iguana que se había rastreado por un par de días. La última parte de su desplazamiento se efectuó en la milpa en donde se mete en un hoyo, hecho al parecer, por algún roedor. Ese día por la tarde se comenzó a arar el campo preparándolo para la siembra y uno de los bueyes que utilizaron para esta labor pisó el hoyo, derrumbando parte de la entrada del túnel. Aun cuando las iguanas escarban para salir de sus nidos al momento de nacer, esta iguana se encontró muerta al momento de revisar el túnel. La muerte sólo se puede explicar, por hipotermia o muerte por ahogo, ya que esa noche cayó una fuerte lluvia y la iguana se encontró mojada en una charca dentro del túnel.

Eficiencia del método

A diferencia del método con marcaje fluorescente y un rastreador de luz ultravioleta que Butler y Graham, (1993) emplearon en su estudio con tortugas dulceacuícolas, el método con spoolers ofrece la ventaja de poderse utilizar en el día, es mucho más barato y fácil de usar, además de se puede emplear en zonas con gran presencia y cobertura de vegetación.

Al comparar el método de spoolers contra el de radiotransmisores la principal diferencia, y tal vez la más importante, es el costo. El segundo factor a considerar en importancia es la talla del organismo. Existen radiotransmisores que se pueden usar en animales pequeños pero para asegurarse de que el transmisor no se pierda o caiga es preferible que se lleve dentro del animal. Esto trae consigo otros problemas que deben ser resueltos, como el equipo para hacer las operaciones, medicamentos, e incluso tiempo para que el animal se reponga si es que sobrevivió. Es en esta etapa de la iguana en donde se presenta el mayor índice de mortandad, ya sea por depredación u otras razones, por lo que

el costo de la investigación se verá incrementado, ya que no todos los transmisores se recuperarán. Los spoolers se colocan al exterior, y debido a que su costo es muy reducido, no importa cuantos de ellos se caigan y se pierdan. El método proporcionó datos que no se esperaban en un principio, además de los requeridos. Actualmente los pocos trabajos de telemetría que se han realizado con saurios pequeños (Fisher y Muth (1995) con *Phrynosoma mcalii* y Germano y Williams (1993) con la lagartija leopardo *Gambelia sila.*) únicamente se enfocan a determinar su área de hogar, y a diferencia del método de spoolers son muy pocos los datos conductuales que pueden proporcionar. Esta investigación arrojó mayor y más diversa cantidad de datos que los obtenidos por Montgomery et al. (1973) al emplear un transmisor de collar con adultos de iguana verde.

El método de spoolers es barato y fácil de emplear, permite el estudio de un número considerable de organismos en un mismo tiempo (Miles et al., 1981). Provee una gran cantidad de información detallada en un espacio de tiempo corto. Es ideal para estudios comparativos de uso de hábitat y desplazamientos diarios. El investigador se encuentra ausente durante la mayor parte de los períodos de actividad evitando perturbación, en contraste con la mayoría de los estudios de radio localización. Los spoolers permiten el estudio de ciertos aspectos de conducta espacial, evasión de depredadores, y conducta de forrajeo que no se encuentran contestadas actualmente con el uso de radiotransmisores, ya que únicamente puede proveer una serie de datos de la localización del animal.

Los datos que se obtuvieron en la investigación sugieren que el patrón de dispersión de los neonatos de iguana negra puede estar determinado por varios factores. Entre ellos posiblemente la herencia, estructura física del entorno, alimento, temperatura y depredadores. Al analizar cada uno de las dispersiones en las diferentes zonas de estudio permitió reconocer cada uno de los factores e interpretar el grado de influencia que cada

uno ejerció. De esta manera fue más fácil entender y reconocer los patrones de dispersión de cada nidada y tratar de explicarlas.

Problemas del método y sugerencias para estudios posteriores

Durante la investigación se enfrentaron diversos problemas en la aplicación del método. Estos problemas surgieron ya que éste es el primer trabajo que utiliza spoolers con reptiles. Los problemas y posibles soluciones son las siguientes.

Heridas provocadas por el uso del pegamento

Key y Woods (1996) emplearon en un principio cemento quirúrgico para sujetar el spooler a la espalda de los roedores que estaban estudiando. Muchos de los spoolers se desprendieron al comenzar la investigación, por lo que decidieron utilizar gel de cyanoacrilato, con lo que evitaron la pérdida masiva de spoolers. Por este motivo y por la fuerza del adhesivo se decidió emplear pegamento de cyanoacrilato (kola-loka). En la primera etapa se registraron varias iguanas que presentaban necrosis en diferentes grados en la piel de la espalda causada por el pegamento. Algunas llegaron a presentar heridas abiertas. En un principio sólo se aplicó una gota de yodo y el animal era regresado ala investigación. Ninguna iguana murió a consecuencia de necrosis.

En la segunda etapa, para evitar las heridas provocadas por el uso del pegamento al fijar el spooler, se les aplicó una capa de barniz de uñas no tóxico en la espalda de los neonatos. El spooler se debe pegar inmediatamente después del barniz, ya que si se deja pasar un día el barniz puede quebrarse o comenzar a despegarse por la misma fricción con la jaula o las otras iguanas. Cuando se revisaron ninguna presentó heridas cómo consecuencia del pegamento o de los spoolers.

Hilo de color blanco

En un principio se trabajó con carretes de hilo convencional de algodón, pero al empezar a trabajar con las iguanas en el campo éstas eran demasiado pequeñas para los carretes. Así que se consiguieron carretes más pequeños. En un principio eran muy evidentes en el campo ya que el hilo era de color blanco. Sólo seis neonatos se soltaron con carrete blanco pero posteriormente los spoolers se pintaron de un verde que igualaba al tono de los neonatos. De este forma se mitigó la ventaja de ser vistas por un depredador.

Lentitud para seguir el rastro

Durante la toma de datos, se enfrentaron problemas de lentitud para seguir el rastro de un neonatos (hasta más de una hora por iguana), y recoger el hilo para hacer el conteo del día. La única forma de eficientar esto fue la práctica. El número de ayudantes en este tipo de investigación deberá ser proporcional al número de neonatos a seguir al mismo tiempo. Un investigador con experiencia puede seguir hasta 20 neonatos por día. Esto estará condicionado por el entorno y las distancias que se estén desplazando los organismos de la investigación.

Verificar iguanas

Otro error cometido fue atrapar a las iguanas para verificar que se encontraran en buen estado alterando la trayectoria original. Esto solamente sucedió en los primeros recorridos de la primera etapa. Únicamente se puede interferir en el desplazamiento de un neonato, cuando ésta no se desplazó en un periodo de tres días o cuando su coloración es muy pálida y se piensa que puede estar atorada o enferma. De no ser así se debe evitar incluso interponerse en la trayectoria que está trazando el neonato, cortar el hilo un metro

antes de la iguana y amarrarlo al arbusto más cercano para poder continuar con la toma de datos al día siguiente.

Spoolers despegados

El principal problema es que el spooler se mantenga adherido todo el tiempo al neonato. Cerca del 30% del total de los neonatos perdieron el spooler. Debe ponerse especial cuidado para detectar spoolers despegados o enredados, ya que sólo es justificable atrapar a la iguana para pegar de nuevo el spooler. Son pocos los pegamentos que trabajan en superficies húmedas, por lo que los días lluviosos resultan un problema para pegar de nuevo el spooler. Para esto, se debe llevar algún trapo o papel seco para retirar el exceso de humedad de la espalda del neonato, aplicar el barniz de uñas, pegar nuevamente el carrete y esperar a que seque por completo.

Fisher y Muth (1995) emplearon radiotransmisores con *Phrynosoma* que representan una cuarta parte de su peso. A pesar de que el peso de los spoolers representó una tercera parte del peso de los neonatos, revelan que los neonatos se comportaron como normalmente lo harían. Un dato para sustentar este hecho es que en los días siguientes a la liberación, se soltaron otras iguanas marcadas pero sin spoolers, mismas que fueron registradas en las mismas zonas que aquellas que cargaban carretes.

Iguanas enredadas en el hilo

Se detectó el 10.7% de iguanas que se llegaron a enredar con el hilo a la altura de la cola. Algunas veces permanecieron así hasta el día siguiente en que desenredábamos, otras perdieron sus colas, pero algunas murieron debido a hipotermia, sobrecalentamiento e incluso depredadas al no poder moverse.

Los neonatos fueron marcados con chaquiras en la base de la cola lo que facilitaba que el hilo se enredara. Para la segunda etapa se empleó una sola chaquiras de mayor tamaño. Pero la solución más simple a este problema fue cambiar el tipo de marca en las iguanas. Se recomienda marcar con plumón indeleble los spoolers y las iguanas. Esta marca dura lo suficiente para el tiempo de la investigación.

Lugar de liberación de neonatos

Otra cuestión a considerar es el lugar donde se decide soltar a los neonatos. A pesar de que las iguanas naturalmente nacen en zonas de cultivo, al comenzar la temporada de lluvias los pobladores comenzarán a preparar sus tierras para la siguiente siembra, arando y desyerbando, y en ocasiones introduciendo vacas para que se coman el pasto recién germinado. Estas acciones alteran la investigación, ya sea porque los hilos son cortados, la gente o el ganado espante a los neonatos modificando las trayectorias originales, o incluso las maten pisándolas. Es por ello que se recomienda usar zonas en las que se sepa no habrá actividades humanas al menos durante ese año.

CONCLUSIONES

1. La dispersión de neonatos es una acción multifactorial, inducida posiblemente por un factor congénito, el clima y la composición del entorno.
2. Factores internos determinaron que los neonatos en los primeros días se movieran lejos del nido sin importar la temperatura, lluvia o entorno.
3. El clima (la temperatura y sobre todo la precipitación) determinó la velocidad de la dispersión.
4. El entorno limitó la zona de dispersión temporal por donde existió vegetación y alimento.

Patrones de desplazamiento

5. La dispersión de los neonatos de iguana negra no fue azaroso.
6. Existieron zonas preferentes para la dispersión de los neonatos. Estas zonas se distinguieron del resto del área en que concentraron una vegetación más verde y más cerrada. Principalmente hierbas, plántulas y arbustos.
7. Posiblemente los neonatos fueron capaces de detectar estas zonas a través de aromas o visualmente.
8. Se alejaron de los sitios de anidación de la madre. Se mantuvieron en tierras bajas, sólo utilizando las orillas de las zonas de cultivo, evitando internarse en zonas con árboles de gran altura.

¿Conducta grupal?

9. Las iguanas nunca se desplazaron formando grupos sociales.
10. Se desplazaron de forma individual pero en direcciones semejantes.
11. Ningún tipo de conducta social coordinada ni movimientos gregarios fueron registrados durante el tiempo del estudio.
12. La dispersión de los neonatos de iguana negra fue en forma de abanico, incrementando paulatinamente la distancia entre ellos conforme se alejan del nido.

Velocidad de desplazamiento

13. Los desplazamientos de los neonatos de iguana negra fueron cortos pero constantes.
14. La distancia diaria promedio fue de los 0 a los 60 metros.
15. La gran mayoría de los neonatos no se desplazaron más allá de 180 metros a la redonda a partir del nido en un tiempo de 15 días.

Estructura del entorno

16. La estructura física del entorno determinó por donde y hasta donde se realizó la dispersión.
17. Por medio de un análisis visual de la estructura física del entorno se pudo inferir una o varias zonas potenciales para el desplazamiento local. Se debe considerar el verdor y lo cerrada de la vegetación así como la presencia de árboles de tallas altas y la existencia de plantulas y hierbas, al igual que larvas, flores y frutos.
18. Las zonas con vegetación más cerrada y verde (principalmente arbustos y pequeñas matas) son las más frecuentadas durante la dispersión de los neonatos.

19. Las zonas de liberación con una vegetación abierta permitió una mayor velocidad en la dispersión.
20. Al toparse con arbustos que presentan larvas de mariposa, el desplazamiento se vio interrumpido. Algunos neonatos dejaron de desplazarse grandes distancias y otros permanecieron en estas zonas por tiempo indefinido.
21. Las características de la dispersión en una misma zona fueron diferentes en las dos etapas al modificarse el entorno.

Conductas en la dispersión

22. Dos tipos de conductas fueron registradas: iguanas pachorrudas e iguanas aventureras.
23. Las pachorrudas se desplazaron 78 metros diarios en promedio, no sobrepasando los 180 metros en quince días. La gran mayoría de los neonatos perteneció a este grupo.
24. La conducta aventurera se registró al menos en un neonato de cada nidada. Las iguanas que presentaron esta conducta se desplazaron largas distancias por varios días. Sus recorridos diarios fueron superiores a los 100 metros en promedio, o algunas terminando con el hilo del spooler.

Efecto de la temperatura y la precipitación

25. En los primeros días posteriores al nacimiento de las iguanas, la temperatura y precipitación no tuvo influencia en la dispersión, como la adquiere por lo general después de cinco a seis días.
26. Se determinó que sólo en condiciones extremas la temperatura interfirió con la dispersión de los neonatos.

27. La temperatura en la que se presentó un mayor desplazamiento de los neonatos se encontró entre los 31 y 34°C.
28. A pesar de registrarse temperaturas inferiores a los 30° la dispersión no se detuvo, sin embargo, la lluvia por lo general detuvo el desplazamiento cada vez que se presentó.
29. El factor más importante para limitar un desplazamiento fue la lluvia.

Factor herencia

30. Es al parecer el factor de mayor peso en los primeros días.
31. Este factor se registró en todas las nidadas de la investigación.
32. Los neonatos se desplazaron las distancias más largas en los primeros días sin importar las condiciones climáticas, pero conforme pasaron los días la distancia disminuyo hasta una medida relativamente constante.

Desplazamiento vertical

33. Los neonatos prefirieron desplazarse por el suelo.
34. Prefirieron los arbustos a los árboles, sin embargo, llegaron a trepar a más de diez metros sobre los árboles.
35. Por lo general no duraron más de dos o tres días sobre los árboles.
36. Estas preferencias se encontraron directamente ligadas con las características del entorno.

Depredación

37. El principal depredador que se registró fueron las aves. Seguido de las lagartijas y las serpientes.
38. El 9.5% de los neonatos fueron depredados pero, no es posible determinar en que porcentaje fue por culpa del spooler. De cualquier forma la sobrevivencia de este estadio durante los primeros 15 días debe ser comparable con la que observamos, pero es necesario hacer seguimiento durante más tiempo para la obtención de datos más exactos.

Efectividad del método

39. El método se consideró efectivo ya que tan sólo el 10.7% de los neonatos se atoró con el hilo, el 17% de los neonatos se perdieron durante la investigación y el 28.5% perdió el spooler y sólo ocho neonatos murieron por hilo enredado. Sin embargo, la totalidad de los datos fueron útiles para determinar los patrones de dispersión de neonatos de iguana negra.

LITERATURA

- Alvarez del Toro, M. 1982. Los reptiles de Chiapas. Tercera Edición. Instituto de Historia Natural. Tuxtla Gutiérrez , Chiapas. México. 91-95 pp.
- Anderson, T.J.C, A.J. Berry, J.N. Amos y J.M. Cook. 1988. Spool-and-line tracking of New Guinea spiny bandicoot, *Echymipera kalubu* (Marsupialia, Peramelidae). J. Mamm. 69(1): 114-120.
- Armstrong, D.M. 1977. Dispersal vs. Dispersion: Process vs. Pattern. Systematic Zoology. 26(2): 210-211.
- Ashton, R.E. 1975. A study of movement, home range, and winter behavior of *Desmognathus fuscus* (Rafinesque). J. Herpetol. 9: 85-91.
- Barbour. R.W., J.W. Hardin, J.P. Shafer y M.J. Harvey. 1969. Home range, movements, and activity of the dusky salamander, *Desmognathus fuscus*. Copeia 1969: 293-297.
- Barbour. R.W., M.J. Harvey y J.W. Hardin. 1969. Home range, movements, and activity of the eastern worm snake, *Carphophis amoenus amoenus*. Ecology 50: 470-476.
- Belzer, W.R. y D.A. Reese. 1995. Radio transmitter attachment for turtle telemetry. Herp. Review 24:191-192.
- Bennett, D.H., J.C. Franson y J.W. Gibbons. 1970. Terrestrial activity in aquatic turtles. Ecology 51: 738-740.
- Bock, B.C. 1984. Movement patterns relative to nest site locations in a population of green iguanas (*Iguana iguana*). Ph. D. Dissertation. University of Tennessee, Knoxville, Tenn.
- Bock, B.C., A.S. Rand. 1989. Factors influencing nesting synchrony and hatching success at a green iguana nesting aggregation in Panama. Copeia 1989: 974-982.
- Boonstra, R. y I.T. Craine. 1986. Natal nest location and small mammal tracking with a spool and line technique. Canad. J. Zool., 64:1034-1036.
- Breckenridge, W.J. y J.R. Tester. 1961. Growth, local movements and hibernation of the Manitoba toad, *Bufo hemiophrys*. Ecology 42: 637-646.
- Breder, R.B. 1927. Turtle trailing: a new technique for studying the life habitats of certain Testudinata. Zoologica (Stuttg.), 9: 231-243.
- Brown, W.S. 1982. Overwintering body temperatures of timber rattlesnake (*Crotalus horridus*) in northeastern New York. J. Herpetol. 16: 145-150.

- Brown, W.S. y W.S. Parker. 1976. Movement ecology of *Coluber constrictor* near communal hibernacula. *Copeia* 1976: 225-242.
- Brown, J.H. y A.C. Gibson. 1983. Biogeography. The C.V. Mosby Company, 196-220 pp.
- Burghardt, G.M. 1977. Of iguanas and dinosaurs: Social behavior and communication in neonate reptiles. *Am. Zool.* 17: 177-190.
- Burghardt, G.M., H.W. Greene y A.S. Rand. 1977. Social behavior in hatchling green iguanas: Life at a reptil rookery. *Science* 195: 689-691.
- Burghardt, G.M. y Rand, A.S. 1982. Iguanas of the world, their Behavior, Ecology and Conservation. Noyes Publications New Jersey, USA. 472 pp.
- Burghardt, G.M. y A.S. Rand. 1985. Group size and growth rate in hatchling green iguanas (*Iguana iguana*). *Behav Ecol Sociobiol* 18: 101-104.
- Bustos, Z.M.G. y R. Castro-Franco. 1996. La iguana fuente tradicional de alimentos con potencialidad económica. En antología I tópicos selectos de biología. Ed. Monroy, R., S. Santillan y H. Colín. UAEMor.
- Butler, O.B. y T.E. Graham. 1993. Tracking hatchling blanding's turtles with fluorescent pigments. *Herp. Review* 24: 21-22.
- Campbell, J.A. y E.D. Brodie. 1992. Biology of the pitvipers. Texas University Press, Arlington, Texas.
- Casas, A.G. y G.L. Valenzuela. 1984. Observaciones sobre los ciclos reproductivos de *Ctenosaura pectinata* e *Iguana iguana* (Reptilia Iguanidae), en Chamela, Jal. An. Inst. Biología, UNAM. México, 254-256 pp.
- Cockburn, A. 1992. The process of dispersal. 65-95 pp. *En* Animal Dispersal: small mammals as a model, N.C. Steinseth y W.Z. Lidicker (Eds), Chapman and Hall London, England.
- De Fazio, A., C.A. Simons, G.A. Middendorf y D. Romano. 1977. Iguanid sustrate licking: a response to novel situations in *Sceloporus jarrovi*. *Copeia* 1977: 706-709.
- Dole, J.W. 1965. Summer movements of adult leopard frogs, *Rana pipiens schreber*, in northern Michigan. *Ecology* 46: 236-255.
- Drummond, H. y G.M. Burghardt. 1982. Orientation in dispersing hatchling green iguanas, *Iguana iguana*. Chapter 15, 271-291pp. *En* Iguanas of the world. Burghardt, G.M. y A.S. Rand (Eds). Noyes Publications, New Jersey.
- Duvall, D., M.B. King y K.J. Gutzwiller. 1985. Behavioral ecology and ethology of the prairie rattlesnake. *Nat. Georg. Res.* 1: 80-111.

- Duvall, D., M.J. Goode, W.K. Hayes, J.K. Leonhardt y D.G. Brown. 1990. Prairie rattlesnake vernal migrations: field experimental analysis and survival value. *Nat. Geogr. Res.* 6: 457-469.
- Batschelet, E. 1965. Statistical methods for the analysis of problems in animal orientation and certain biological rhythms. American institute of biological sciences, 57 pp.
- Batschelet, E. 1981. Circular statistics in biology. Academic press. 370 pp.
- FAO-PNUMA. 1987. Las iguanas un recurso con grandes potencialidades para la región. *Flora, Fauna y áreas silvestres.* 2(4): mayo-agosto. Lima, Perú.
- Ferner, J.W. 1979. A review of marking techniques for amphibians and reptiles. *SSAR Herpetol. Circ.* No. 9, 41pp.
- Fisher, M. y A. Muth. 1995. A backpack method for mounting radio transmitters to small lizards. *Herp. Review* 26:139-140.
- Fisher, N.I. 1993. Statistical analysis of circular data. Cambridge University press. 277 pp.
- Fitch, H.S. y H.W. Shirer. 1971. A radiotelemetric study of spatial relationship in some common snakes. *Copeia* 1:118-128.
- Flores-Villela O. 1980. Reptiles de importancia económica en México. Tesis de licenciatura Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- Flores-Villela, O. y P. Gerez. 1988. Conservación en México: Síntesis sobre vertebrados terrestres, vegetación y uso del suelo. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, Conservación Internacional. México. 302 pp.
- Flores-Villela, O. 1991. Análisis de la distribución de la herpetofauna de México. Tesis doctoral. Facultad de ciencias. UNAM, México.
- Free, F. y F.L. Frye. 1981. Captive reptiles. *En* Iguana negra. Terán, C.J. Tesis de licenciatura. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. UNAM, México.
- Frye, F.L. y W. Townsend. 1993. Iguanas: A guide to their biology and captive care. Malabar, E.E.U.U.: Krieger publishing company.
- Galligan, J.H. y W.A. Dunson. 1979. Biology and status of timber rattlesnake (*Crotalus horridus*) populations in Pennsylvania. *Biol. Conserv.* 15: 13-58.
- García-Loredo, R.L. 1996. Ecology of rodent pest of sugarcane in Veracruz, Mexico. Tesis de maestría. Manchester Metropolitan University. USA. 30 pp.

- Garrido, E.A. y M.E. Sandoval. 1991. Estado actual y perspectivas del conocimiento de las iguanas *I. Iguana* y los garrobos *Ctenosaura* en México. Tesis de licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala. UNAM. México. 42 pp.
- Germano, D.J. y D.F. Williams. 1993. Field evaluation of using passive integrated transponder (PIT) to permanently mark lizards. *Herp. Review* 24: 54-55.
- Gibbons, J.W., J.L. Greene y J.D. Congdon. 1990. Temporal and spatial movement patterns of sliders and other turtles. Chapter 16, 201-215 pp. *En* Life history and ecology of the Slider Turtle. J. Whitfield Gibbons (ed.). Smithsonian Institution Press. Washington, D.C.
- Greene, H.W., G.M. Burghardt, B.A. Dugan y A.S. Rand. 1978. Predation and the defensive behavior of green iguanas (Reptilia, Lacertilia, Iguanidae). *J. Herpetol.* 12: 169-176.
- Harald, J. 1987. Lizard in the terrarium. *En* Iguana negra. Terán, C.J. Tesis de licenciatura. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. UNAM, México.
- Henderson, R.W., M.A. Nickerson y S. Ketcham. 1976. Short term movements of the snakes *Chironius carinatus*, *Helicops angulatus* y *Bothrops atrox* in Amazonian Peru. *Herpetologica* 32: 304-310.
- Jacob, J.S. y C.W. Painter. 1980. Overwinter thermal ecology of *Crotalus viridis* in the north central plains of New Mexico. *Copeia* 1980: 799-805.
- Karlstrom, E.L. 1957. The use of Co 60 as a tag for recovering amphibians in the field. *Ecology* 38: 187-195.
- Key, G.E. y R.D. Woods. 1996. Spool-and line studies on the behavioral ecology of rats (*Rattus spp*) in the Galapagos islands. *Canad. J. Zool.* 74(4): 733-737.
- King, M.B. y D. Duvall. 1990. Prairie rattlesnake seasonal migrations: episodes of movement, vernal foraging and sex differences. *Anim. Behav.* 39: 924-935.
- Krebs, C.J. 1992. The role of dispersal in cyclic rodent population. 160-175 pp. *En* Animal Dispersal: Small mammals as a model. N.C. Stenseth y W.Z. Lidicker (Eds), Chapman and Hall, London, England.
- Landreth, H.F. 1973. Orientation and behavior of the rattlesnake, *Crotalus atrox*. *Copeia* 1973: 26-31.
- Lidicker, W.Z. y N.C. Stenseth. 1992. To disperse or not to disperse: Who does it and why?. 21-34 pp. *En* Animal Dispersal: Small mammals as a model. N.C. Stenseth y W.Z. Lidicker (Eds), Chapman and Hall, London, England.

- Llewellyn, T.E. 1951. Field study of the social behavior of the black lizard, *Ctenosaura pectinata*. Published by The American Museum of Natural History, New York, USA. 1493: 26 pp.
- Madsen, T. 1984. Movements, home range size and habitat use of radio-tracked grass snakes (*Natrix natrix*) in southern Sweden. *Copeia* 1984: 707-713.
- Means, D.B. 1977. Radio-tracking the eastern diamondback rattlesnake. *Nat. Geogr. Res.* 1977: 529-536.
- Miles, M.A. 1976. A simple method of tracking mammals and locating triatomine vectors of *Tripanosoma cruzi* in amazonian forest. *Am. J. trop. Med. Hyg.* 25: 671-674.
- Miles, M.A., A.A. de Souza y M.M. Póvoa. 1981. Mammal tracking and nest location in Brazilian forest with an improved spool-and-line device. *J. Zool. Soc. Lond.*, 195: 331-347.
- Moore, R.G. 1978. Seasonal and daily activity patterns and thermoregulation in the southwestern speckled rattlesnake (*Crotalus mitchelli pyrrhus*) and the Colorado desert sidewinder (*Crotalus cerastes laterorepens*). *Copeia* 1978: 439-442.
- Montgomery, G.G., A.S. Rand y M.E. Sunquist. 1973. Post-nesting movements of iguanas from a nesting aggregation. *Copeia* 1973: 620-622.
- Mora, J.M. 1991. Cannibalism in the *Ctenosaura* lizard, *Ctenosaura similis*, in Costa Rica. *Bulletin of the Chicago Herpetological Society* 26(9) 197-198.
- Nieuwolt, P.T. 1996. Movement, activity and micro habitat selection in the western box turtle, *Terrapene ornata luteola*, in New Mexico. *Herpetologica* 52(4) 487-495.
- O'Brien, G.P., H.K. Smith y J.R. Meyer. 1965. An activity study of a radioisotope-tagged lizard, *Sceloporus undulatus hyacinthinus* (Sauria, Iguanidae). *Southw. Natur.* 10: 179-187.
- Osgood, D.W. 1970. Thermoregulation in water snakes studied by telemetry. *Copeia* 1970: 568-571.
- Peterson, R.T. y L. C. Edward. 1994. Aves de México, guía de campo. Editorial Diana, México, D.F. 473 pp.
- Pérez, E.A., C. Gallardo y J. Meave. 1998. Heterogeneidad vegetal en un paisaje complejo del trópico estacionalmente seco en el istmo de Tehuantepec, Oaxaca. UNAM, 6pp.
- Ramírez, B. y Uribe. 1992. *Ctenosaura pectinata* predation. *Herp. Review* 23: 82.
- Rand, A.S. 1968. A nesting aggregation of iguanas. *Copeia*: 552-561.

- Rand, A.S., E. Font, D. Ramos, D.I. Werner y B.C. Bock. 1989. Home range in green iguanas in Panama. *Copeia* 1989: 213-217.
- Rand, A.S. y B.C. Bock. 1992. Size variation, growth and survivorship in nesting green iguanas (*Iguana iguana*) in Panama. *Amphibia-Reptilia* 13 (1992): 147-156.
- Reinert, H.K. y D. Cundall. 1982. An improved surgical implantation method for radio-tracking snakes. *copeia* 1982: 702-705.
- Reinert, H.K. y W.R. Kodrich. 1982. Movements and habitat utilization by the massasauga, *Sistrurus catenatus catenatus*. *J. Herpetol.* 16: 162-171.
- Reinert, H.K. y R.T. Zappalorti. 1988. The timber rattlesnake (*Crotalus horridus*) of the Pine Barrens: its movement patterns and habitat preference. *Copeia* 1988: 964-978.
- Reinert, H.K. y R.T. Zappalorti. 1988. Field observation of the association of adult and neonatal timber rattlesnake, *Crotalus horridus*, with possible evidence for conspecific trailing. *Copeia* 1988: 1057-1059.
- Reinert, H.K. 1992. Radiotelemetric field studies of pitvipers: data acquisition and analysis. 185-197 pp. *En* Biology of the pitvipers, Jonathan A. Campbell, Tyler, Texas, USA.
- Reynoso, V. H. y V. Aguirre. 1998. Aspectos reproductivos, demografía y evaluación poblacional de la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) en la región zapoteca de Nizanda, Oaxaca. Repote de Proyecto. CNAR, IBUNAM.
- Reynoso, V. H. 2000. Aspectos reproductivos, demografía y evaluación poblacional de la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) en la región zapoteca de Nizanda, Oaxaca. Instituto de Biología, UNAM, México. 12 pp. (proyecto inédito).
- Saldaña, R.L. y E. Pérez. 1987. Herpetofauna del estado de Guerrero, México. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. México. 176-178 pp.
- Sánchez, F.X. 1992. Hábitos alimenticios del garrobo o iguana negra, *Ctenosaura pectinata* (Reptilia: Iguanidae) en la región de la presa zicuirán, municipio de la Huacana, Michoacán. Tesis de licenciatura. Escuela de biología. UMSNH. México, 38pp.
- Schubauer, J.P., J.W. Gibbons y J.R. Spotila. 1990. Home range and movement patterns of slider turtles inhabiting Par Pond. Chapter 18, 223-232 pp. *En* Life history and ecology of Slider Turtle, J. Whitfield Gibbons (ed.). Smithsonian Institution Press. Washington, D.C.
- Seigel, R., J. Collins y S. Novak. 1987. Snakes: Ecology and Evolutionary Biology. Mc Millan publishing company, New York, USA.

- Stickel, L.F. 1950. Populations and home range relationships of the box turtle, *Terrapene c. carolina* (Linnaeus). Ecol. Monogr. 20: 353-378.
- Suazo, O.I. y J.A. Díaz. 1994. Iguana Negra. Notas sobre su Historia Natural. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. 40 pp.
- Suazo, O.I. y J.A. Díaz. 1996. Iguana Verde. Manual de Conservación y manejo. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. 8-64 pp.
- Terán, C.J. 1993. Iguana negra. Tesis de Licenciatura, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. México. 35pp.
- Tinckle, D.W. 1967. Home range, density, dynamics and structure of a Texas population of the lizard *Uta stansburiana*. 122-125 pp. *En Lizard Ecology*, Vitt and Pianka (Eds). Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA.
- Tracy, C.R. y J.W. Dole. 1969. Orientation of displaced California toads, *Bufo boreas*, to their breeding sites. *Copeia* 1969: 693-700.
- Underwood, G. 1951. Reptilian retinas. *Nature (Lond)* 167: 183-185.
- Valenzuela, L.G. 1981. Contribución al conocimiento de la biología y ecología de *Ctenosaura pectinata* e Iguana *iguana* (Reptilia: Iguanidae) en la costa de Jalisco. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 67 pp.
- Vitt, J.L. y E.R. Pianka. 1994. *Lizard Ecology: Historical and experimental perspectives*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 42-55 pp.
- Ward, F.P. 1976. Seasonal microhabitat selections of spotted turtles (*Clemmys guttata*) in Maryland elucidated by radioisotope tracking. *Herpetologica* 32: 60-64.
- Werner, D.I. 1987. El manejo de la iguana verde. Tomo I, Biología de la iguana verde. Fundación Pro-Iguana verde. Instituto de Investigaciones Tropicales Smithsonian, Panamá.
- Werner, D.I., E.M. Baker, E.C. Gonzalez y I.R. Sosa. 1987. Kinship recognition and grouping in hatchling green iguanas. *Behav Ecol Sociobiol* 21: 83-89.