

01674



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**MAESTRIA EN CIENCIAS DE LA
PRODUCCIÓN Y DE LA SALUD ANIMAL**

**ANIDACIÓN *IN-SITU*, REPRODUCCIÓN Y CRIANZA *EX-SITU*
DE LA CODORNIZ MOCTEZUMA (*Cyrtonyx
montezumae montezumae*)**

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS

PRESENTA

DAVID GARCÍA SOLÓRZANO

TUTOR:

CARLOS GONZÁLEZ-REBELES ISLAS

COMITÉ TUTORAL:

**GERMÁN D. MENDOZA MARTÍNEZ
ERNESTO ÁVILA GONZÁLEZ**

MÉXICO, D.F.

2005

m345671



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.

A mi madre, Rosamaría Solórzano Bárcenas
y a mi hermana Marifer

A mi abuelo Fernando Solórzano, a mi abuela María Antonia Bárcenas y a
toda la familia Solórzano Bárcenas

A Perla y a la familia Pichardo Rodríguez

*Para mi hija Grethel
por su infinito amor incondicional*

No creo en nada que no salga del corazón...

David

AGRADECIMIENTOS

A mis tutores Carlos González-Rebeles Islas, Germán Mendoza Martínez y Ernesto Ávila González, por haber dedicado su valioso tiempo a compartir sus conocimientos conmigo.

Al Dr. Carlos Arriaga Jordán por guiar mis inquietudes académicas y creer en mí.

A los miembros del jurado, Dr. Fernando Gual Sill y Dr. Alfredo D. Cuarón Orozco por sus valiosas aportaciones y comentarios que permitieron llegar a la versión final de este manuscrito.

Al CONACyT por el financiamiento del proyecto “Depredación y situación actual de las poblaciones de codorniz Moctezuma en la región Noroeste del Estado de México” y por la beca que me permitió realizar los estudios de maestría.

Al Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología por otorgarme la beca para culminar esta tesis.

A maestros, amigos y personal del Colegio de Postgraduados, a Marivel Hernández Téllez y a todo el equipo de trabajo por su apoyo logístico.

Al Ingeniero Marcelino Balboa y al personal del Cotero por su hospitalidad, paciencia y dedicación sin la cual no hubiera sido posible realizar este trabajo.

Mis más sinceros agradecimientos a mis colegas y amigos Salvador Ibarra Zimbrón, Carolina Vázquez Guadarrama y Eduardo Nuño Reynoso por su valioso apoyo para llevar a buen término este trabajo, por sus excelentes fotografías y dedicación en el trabajo de campo.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	OBJETIVOS	4
III.	REVISIÓN DE LITERATURA	5
	3.1 Morfología	8
	3.2 Distribución	10
	3.3 Hábitat	13
	3.4 Alimentación	14
	3.5 Depredación	17
	3.6 Reproducción	18
	3.6.1 Conformación de la pareja	18
	3.6.2 Construcción del nido	19
	3.6.3 Anidación	19
	3.6.4 Incubación	20
	3.6.5 Crianza	20
	3.7 Conservación <i>ex-situ</i>	22
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	25
	4.1 Área de estudio	25
	4.2 Localización y caracterización de los nidos	27
	4.3 Recolección y caracterización de los huevos	33
	4.4 Incubación artificial	33
	4.5 Crianza <i>ex-situ</i>	35
	4.5.1 Iniciación	36
	4.5.2 Desarrollo	40
V.	RESULTADOS	42
	5.1 Localización de parejas	42
	5.2 Localización y caracterización de los nidos	45
	5.3 Caracterización de los huevos	53
	5.4 Incubación artificial	55
	5.5 Crianza <i>ex-situ</i>	57
VI.	DISCUSIÓN	63
VII.	CONCLUSIONES	76
VIII.	REFERENCIAS	68

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Especies de codornices que se distribuyen en México (Leopold 1990).	7
Cuadro 2. Número de individuos de <i>C. m. montezumae</i> a vistados durante la época reproductiva en el municipio de Aculco.	42
Cuadro 3. Número de individuos de <i>C. m. montezumae</i> observados durante la época reproductiva en Rio Hoyo Buenavista y Tito's Ranch (San Felipe del Progreso).	43
Cuadro 4. Nidos de codorniz Moctezuma (<i>C. m. montezumae</i>) localizados en los meses de julio y agosto de 2003 en dos municipios del noroeste del Estado de México.	46
Cuadro 5. Características de los nidos de codorniz Moctezuma (<i>C. m. montezumae</i>).	50
Cuadro 6. Dimensiones de los nidos de codorniz Moctezuma (<i>C. m. montezumae</i>).	52
Cuadro 7. Dimensiones y pesos de huevos de codorniz Moctezuma (<i>C. m. montezumae</i>).	54
Cuadro 8. Pesos de los polluelos de codorniz Moctezuma (<i>C. m. montezumae</i>) de un día de edad.	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Cyrtonyx montezumae mearnsi</i> (macho adulto) (Pray 1909)	9
Figura 2. Vistas ventral y lateral de especímenes machos de <i>Cyrtonyx montezumae mearnsi</i> , <i>C. m. montezumae</i> , <i>C. m. sallei</i> y <i>Cyrtonyx ocellatus</i> (Leopold y McCabe 1957)	11
Figura 3. Distribución de <i>Cyrtonyx montezumae</i> en México (adaptado de Leopold y McCabe 1957)	12
Figura 4. Región noroeste del Estado de México	25
Figura 5. Municipios de la región noroeste del Estado de México incluidos en la zona de estudio	28
Figura 6. Equipos de búsqueda	29
Figura 7. Búsqueda de codorniz Moctezuma (<i>Cyrtonyx montezumae montezumae</i>) utilizando perros de muestra	30
Figura 8. Rascaderos, excretas, plumas y huellas de codorniz Moctezuma (<i>C. m. montezumae</i>)	31
Figura 9. Huevos de codorniz Moctezuma (<i>C. m. montezumae</i>) en la charola de incubación	34
Figura 10. Incubadora artificial de volteo automático utilizada para la incubación de huevos de codorniz Moctezuma (<i>C. m. montezumae</i>)	35
Figura 11. Criadora de madera usada durante la fase 1 de iniciación en la crianza de polluelos de codorniz Moctezuma (<i>C. m. montezumae</i>)	37
Figura 12. Jaula de acero y tela hexagonal con ramas y foco utilizada durante la fase 2 de iniciación en la crianza de polluelos de codorniz Moctezuma (<i>C. m. montezumae</i>)	38
Figura 13. Jaula de acero con comederos laterales tipo tolva y bebedero de botellón usados durante la fase 3 de iniciación en la crianza de polluelos de codorniz Moctezuma (<i>C. m. montezumae</i>)	39
Figura 14. Parvada de codorniz común (<i>Colinus virginianus</i>) en jaula de vuelo externo con ramas	41

Figura 15. Codorniz Moctezuma macho (<i>C. m. montezumae</i>) volando desde un encino	43
Figura 16. Codorniz Moctezuma macho (<i>C. m. montezumae</i>) volando desde campos de cultivo	45
Figura 17. Dos nidos de codorniz Moctezuma (<i>C. m. montezumae</i>) localizados en Yebucivi, Almoloya de Juárez	47
Figura 18. Nido de codorniz Moctezuma (<i>C. m. montezumae</i>) localizado en San Francisquito, Aculco	48
Figura 19. Cascarones de codorniz Moctezuma (<i>C. m. montezumae</i>) después de su eclosión (nido SF3)	49
Figura 20. Diagrama general del nido de <i>C. m. montezumae</i>	51
Figura 21. Diagrama de la entrada del nido de <i>C. m. montezumae</i>	51
Figura 22. Nidos de cuilacoche pico curvo (<i>Toxostoma curvirostre</i>) y de alondra cornuda (<i>Eremophila alpestris</i>)	53
Figura 23. Huevo de codorniz Moctezuma <i>C. m. montezumae</i>	54
Figura 24. Huevos de codorniz Moctezuma (<i>C. m. montezumae</i>) previamente a su desinfección	55
Figura 25. Polluelos de codorniz Moctezuma (<i>C. m. montezumae</i>) recién eclosionados	56
Figura 26. Parvada integrada por seis polluelos de codorniz Moctezuma (<i>C. m. montezumae</i>) de un día de edad	57
Figura 27. Polluelo de codorniz Moctezuma (<i>C. m. montezumae</i>) antes de ser pesado	58
Figura 28. Parvada de <i>C. m. montezumae</i> buscando cobertura bajo las ramas colocadas dentro de la criadora de madera	59
Figura 29. Parvada de <i>C. m. montezumae</i> después de beber agua	59
Figura 30. Codorniz Moctezuma macho (<i>C. m. montezumae</i>) a las cinco semanas de edad	60

RESUMEN

La codorniz Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae*) es reconocida como una especie indicadora de la calidad ambiental del bosque de pino-encino. Como todas las codornices neotropicales, construye su nido sobre el suelo. Las condiciones de sobrepastoreo existentes en el Estado de México provocan la reducción de la cobertura herbácea necesaria para su anidamiento, además de la destrucción de sus nidos y huevos por el pisoteo del ganado.

El objetivo principal de este estudio fue incubar artificialmente huevos de codorniz Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae montezumae*) obtenidos de nidos silvestres y criar artificialmente a los polluelos. Buscamos nidos de mayo a septiembre de 2003 en bosques de encino, pino-encino y pastizales en ocho municipios del noroeste del Estado de México. Localizamos seis nidos de los que recolectamos 21 huevos y 15 polluelos recién eclosionados. En la incubación artificial obtuvimos 60% de incubabilidad (n=10). Durante la crianza *ex-situ* el índice de supervivencia fue de 95% (n=21). A las cinco semanas de edad fue posible distinguir el dimorfismo sexual por la coloración del plumaje, observando una relación de sexos igual a 1.4:1 (n=21).

Los resultados obtenidos en la incubación artificial y crianza *ex-situ* indican que constituyen una herramienta viable para la conservación de la especie. Este estudio adicionalmente permitió caracterizar por primera vez los nidos y huevos de *Cyrtonyx montezumae montezumae* en vida silvestre.

Palabras clave: Codorniz Moctezuma, *Cyrtonyx montezumae montezumae*, anidación *in-situ*, incubación artificial, crianza *ex-situ*.

ABSTRACT

The Montezuma quail (*Cyrtonyx montezumae*) is known as an indicator species of environmental quality of pine-oak woodlands. As any other neotropical quail, it builds its nest on the ground. Overgrazed conditions in the State of Mexico have caused reduction of grassland cover needed for nesting, in addition nest and egg destruction also exists because of livestock trampling.

The main purpose for this study was to artificially incubate eggs of Montezuma quail (*Cyrtonyx montezumae montezumae*) from wild nests and to artificially breed the chicks. We searched nests from May through September 2003 in oak and pine-oak woodlands as well as grasslands of 8 municipalities in the northwestern region of the State of Mexico. Six nests were found and 21 eggs were collected together with 15 hatchlings. Artificial incubation resulted in a hatching rate of 60% (n=10) was obtained. *Ex-situ* rearing the survival rate was of 95% (n=21). It was possible to distinguish sexual dimorphism by plumage coloration after five weeks age and a sex ratio equal to 1.4:1 (n=21).

Results obtained with artificial incubation and *ex-situ* rearing indicates that these constitute reliable instruments for the conservation of this species. Present study permitted for the first time a characterization of the nests and eggs from *Cyrtonyx montezumae montezumae* in the wild.

Key words: Montezuma quail, *Cyrtonyx montezumae montezumae*, *in-situ* nesting, artificial incubation, *ex-situ* rearing.



I. INTRODUCCIÓN

El conocimiento de los recursos naturales de una región requiere del estudio profundo de la diversidad, abundancia y distribución ecológica de la biota (Navarro *et al.* 1993). Las aves han sido utilizadas como indicadores confiables del estado que guardan los hábitats, así como modelos que indican que la diversidad biológica es el resultado de una serie de procesos históricos y ecológicos que promueven el establecimiento de áreas de alta riqueza y endemismo (Escalante *et al.* 1993).

México es considerado como un país megadiverso y ocupa a escala mundial el décimo primer lugar en diversidad de aves, ya que cuenta con 1076 especies que representan a 468 géneros, 78 familias y 22 órdenes (American Ornithologist's Union 1983, Howell y Webb 1995). La Subfamilia Odontophorinae está constituida por 32 especies en el mundo, 26 de ellas son neotropicales, y está representada por 14 especies en el país. En el Estado de México habitan cinco de éstas especies, entre ellas la codorniz Moctezuma, *Cyrtonyx montezumae* (Leopold 1990).

La principal amenaza para la diversidad avifaunística de México, especialmente de sus aves endémicas, es la pérdida de hábitat como resultado del desarrollo forestal, ganadero, agrícola, urbano, turístico e industrial (Arizmendi y Márquez 2000). La mayoría de las especies de codornices silvestres neotropicales más vulnerables, habitan en ecosistemas forestales que se localizan en áreas montañosas y tienen distribuciones limitadas. Circunstancias políticas, económicas y sociales generalmente presentes en estas regiones, han provocado la destrucción de sus hábitats (Carroll 1995). El complejo relieve del territorio del Estado de México, ha dado origen a 12 tipos de ecosistemas dominantes que van desde los bosques templados hasta las zonas áridas y tropicales, intercalando



entre ellos hábitats tan importantes como los humedales (Masera 1996). En orden ponderado, los principales factores de perturbación para los bosques de coníferas y latifoliadas que predominan en el Estado de México son los incendios, el pastoreo, la agricultura y la tala ilegal (Masera 1996).

Desde el punto de vista ecológico, Leopold y McCabe (1957) reconocieron que la codorniz Moctezuma constituía un indicador de la calidad ambiental del bosque de pino encino. Al igual que todas las codornices del Nuevo Mundo construye su nido sobre el suelo, anidando en depresiones que fabrica escarbando la tierra con las patas y el pico, junto a grandes rocas, bajo los matorrales o en pastizales (De Graaf *et al.* 1991). Por ello la destrucción del nido y los huevos provocada por el pisoteo del ganado (Wallmo 1954) es un factor de riesgo dadas las condiciones de sobrepastoreo que existen particularmente en el Estado de México (Herrera *et al.* 1998). Además la ganadería promueve la reducción de la cobertura vegetal necesaria para el anidamiento y escape de predadores (Brown 1982, Albers y Gehlbach 1990).

El número de poblaciones silvestres de codorniz Moctezuma en el suroeste de la República Mexicana ha disminuido de manera drástica, según lo reporta Johnsgard (1988) quien realizó búsquedas de poblaciones silvestres a principios de 1970 sin éxito alguno. El sobrepastoreo y la deforestación han sido factores determinantes para que las poblaciones de esta especie disminuyan, pero sin duda alguna el sobrepastoreo y los incendios provocados son las mayores amenazas para esta especie, ya que generan la disminución de su hábitat (Leopold y Hernández 1944). No existen reportes sobre su situación actual ni planes de manejo para la especie en México. La normatividad mexicana sobre especies amenazadas (NOM-059-ECOL-2001; SEMARNAT 2002) clasifica a la especie *Cyrtonyx montezumae* como no endémica y bajo protección especial y a la subespecie *sallei* como endémica y amenazada. CIPAMEX (1989) cataloga a la



especie como amenazada. Actualmente sobrevive en bajas densidades en una gran parte de su área de distribución, ya que encuentra refugio en barrancas, laderas pronunciadas y cañadas (Ceballos y Márquez 2000). Por lo anterior es necesario promover la investigación inmediata de las poblaciones de esta ave, asimismo proteger y mejorar su hábitat como estrategias *in-situ*. Es imprescindible adicionalmente aplicar técnicas de conservación *ex-situ* como la incubación y crianza en cautiverio para promover una rápida recuperación de sus poblaciones y complementar las acciones en el medio silvestre.

En nuestro país se han tenido algunas experiencias exitosas respecto a la incubación y crianza *ex-situ* de algunas especies de codornices silvestres, como con la codorniz común (*Colinus virginianus*), la codorniz escamosa (*Callipepla squamata*), la codorniz de california (*Callipepla californica*) y la codorniz de Gambel (*Callipepla gambelii*) (Balboa 2002). Sin embargo los intentos de crianza en cautiverio para la codorniz Moctezuma no han tenido los mismos resultados (Balboa 2002, Núñez, comunicación personal).



II. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

1) Evaluar las condiciones de anidamiento de la codorniz Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae montezumae*) *in-situ*, someter a incubación artificial los huevos provenientes de nidos silvestres y procurar la crianza *ex-situ* de los polluelos obtenidos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1) Tipificar la comunidad vegetal de los sitios de anidamiento, el material de construcción, dimensiones, orientación y tamaño de la postura de los nidos localizados en el campo.

2) Caracterizar los huevos provenientes de los nidos localizados en el campo por su tamaño, peso, forma, textura y color.

3) Someter a incubación artificial los huevos provenientes de nidos silvestres aplicando las especificaciones de temperatura, humedad y frecuencia de volteo utilizadas y estandarizadas en la codorniz común (*Colinus virginianus*).

4) Registrar las tasas de mortalidad y supervivencia durante cada etapa de la crianza en cautiverio.



III. REVISIÓN DE LITERATURA

La conservación de la diversidad biológica es un reto de trascendencia mundial desde que se reconoció la llamada crisis de la biodiversidad (Wilson 1988). A nivel local, algunos países reconocen como prioridades de conservación a las especies endémicas que son consideradas como patrimonio de los países y como responsabilidad nacional para la conservación global (Gómez y Oliveras 2003). La megadiversidad presente en México (Mittermeier y Goettsch 1992) es producto, entre otros factores, de la confluencia de las regiones Neártica y Neotropical, fenómeno conocido como la "zona de transición mexicana". Aunado a esto, la combinación de la compleja topografía y la amplia variedad de ecosistemas han provocado la evolución de un gran número de organismos que muchas veces se encuentran restringidos a pequeñas zonas del territorio. Estos organismos forman un componente denominado endémico, importante para a biodiversidad del país (Gómez y Oliveras 2003).

El Estado de México posee una alta diversidad biológica, a pesar de su pequeño territorio, que equivale alrededor del 1% del territorio nacional. El Estado de México se localiza en la frontera entre las dos grandes regiones biogeográficas (Neártica y Neotropical) (Vizcaíno y Ceballos 1992). La Cordillera Neovolcánica es el gran complejo montañoso que divide a estas dos regiones, cada una de las cuales tiene una flora y fauna características. Las comunidades vegetales templadas, áridas y tropicales albergan a más de 2 500 especies de plantas (10% del total nacional); 117 de mamíferos (26%); 300 de aves (28%); 87 de reptiles (13%); 45 de anfibios (15%); 18 de peces de agua dulce (4%) e innumerables invertebrados (Vizcaíno y Ceballos 1992).

En México se distribuyen 14 especies de codornices originarias de América (Carroll *et al.* 1995) (Cuadro 1) En el Estado de México habitan cinco de éstas



especies: codorniz común (*Colinus virginianus*), codorniz escamosa (*Callipepla squamata*), codorniz listada (*Phylortyx fasciatus*), gallina de monte (*Dendrortyx macroura*) y codorniz Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae*) (Leopold 1990).

La codorniz Moctezuma pertenece al orden de las galliformes, familia Faisanidae, subfamilia Odontophorinae y al género *Cyrtonyx* (American Ornithologists' Union 1983, Johnsgard 1988, Sibley y Monroe 1990). Dentro de las subespecies aceptadas por algunos autores se incluyen: *C. m. mearnsi* (Johnsgard 1988), *C. m. montezumae* (Johnsgard 1988, Sibley y Monroe 1990) y *C. m. sallei* (Johnsgard 1988, Sibley y Monroe 1990). Esta ave es llamada comúnmente codorniz arlequín, codorniz payasa, codorniz pinta, codorniz solitaria, perdiz de la sierra, perdiz góngoro, cincorreal, cuitzinga o tzollin (Balboa 2000, Leopold 1990, National Geographic Society 1983).

Desde los estudios realizados por Leopold y McCabe (1957) y Brown (1978), se sabe que la codorniz Moctezuma tiene un valor importante como especie cinegética (como fuente de proteína para las comunidades rurales) mediante la cacería de subsistencia y por su potencial de domesticación evidente desde la época precolombina (Márquez 1995, Valadéz 1994). La especie posee valor cultural por su lugar en la mitología Azteca, y de hecho, algunas poblaciones del Estado de México, como Sultepec, tienen nombres con la derivación "Tzollin", que significa codorniz en Náhuatl (Birkenstein y Tomilson 1981). Dentro del Códice Florentino, específicamente en el "*Parrapho sexto de las codornices*", Fray Bernardino de Sahagún hace una descripción de la codorniz del nuevo mundo, que bien podría corresponder a la codorniz Moctezuma (Márquez 1995).



Cuadro 1. Especies de codornices que se distribuyen en México (Leopold 1990).

Nombre científico	Nombre común	Distribución en México
<i>Callipepla squamata</i>	Codorniz escamosa	Zona desértica central de mezquite-pastizal desde el norte de Sonora y Tamaulipas hacia el sur, hasta el Valle de México.
<i>Colinus nigrogularis</i>	Codorniz de Yucatán	Zona árida del noroeste de la Península de Yucatán.
<i>Colinus virginianus</i>	Codorniz común	Costa del Golfo, desde el Valle del Río Bravo hasta Tabasco y Chiapas, y tierras altas del centro, desde San Luis Potosí y Jalisco, hacia el sureste hasta Puebla y Oaxaca.
<i>Cyrtonyx montezumae</i>	Codorniz Moctezuma	Bosques de pino-encino de las tierras altas desde Sonora y Coahuila hasta Oaxaca.
<i>Dactylortyx thoracicus</i>	Chivizcoyo	Tierras altas de Jalisco, montañas del centro de Guerrero, vertiente oriental desde el sur de Tamaulipas hasta el centro de Veracruz; partes altas de Chiapas y tierras bajas con bosque tropical de la Península de Yucatán.
<i>Dendrortyx barbatus</i> <i>Dendrortyx macroura</i> <i>Dendrortyx leucophryx</i>	Perdiz barbona Perdiz de cola negra Perdiz copetona	Bosques de las altas montañas, principalmente bosque nublado, dentro de la zona superior pino-encino del eje volcánico desde el Valle de México hacia el oeste.
<i>Lophortyx californica</i>	Codorniz de California	Península de Baja California.
<i>Lophortyx douglasii</i>	Codorniz de Douglas	Vertiente del Pacífico, desde el centro de Sonora al sur de Colima.
<i>Lophortyx gambelii</i>	Codorniz de Gambel	Zona desértica y de mezquite-pastizal del noreste de Baja California, Sonora, norte de Sinaloa y norte de Chihuahua.
<i>Odontophorus guttatus</i>	Bolonchaco	Bosques tropicales húmedos desde el centro de Veracruz y norte de Oaxaca hacia el este por todo Chiapas y la Península de Yucatán.
<i>Oreortyx picta</i>	Codorniz de montaña	Serranías de Baja California, principalmente en las zonas de bosque boreal y de pino-encino.
<i>Philortyx fasciatus</i>	Codorniz listada	Bosque tropical semiárido de la vertiente del pacífico, desde el sureste de Guerrero, Morelos y Puebla.



3.1. Morfología

La codorniz Moctezuma presenta una forma redondeada, debido en parte a su cola corta (22 cm de longitud) (Leopold 1990). El macho (Figura 1) posee patrones faciales distintivos, con la cara y garganta fuertemente marcadas en blanco y negro; las plumas de la coronilla largas y dispuestas hacia atrás, formando una especie de capucha (National Geographic Society 1991). La superficie dorsal del cuerpo y alas presenta un diseño críptico; moteadas de color café, gris y negro; con líneas opacas alargadas. Las plumas de la línea central del pecho son de color café rojizo y los costados están cubiertos con plumas negras moteadas con pequeñas manchas blancas redondas; la superficie abdominal y ventral de la cola esta cubierta de plumas negras. El pico es corto, fuerte, afilado en la punta y ligeramente curvado hacia abajo, de color negro en la base y gris azulado en la punta; los ojos son relativamente grandes y vivaces. Presenta los músculos mandibulares fuertemente desarrollados; las patas desnudas desde la articulación tibio tarsiana, con un tinte gris azulado, dedos bien desarrollados con largas y fuertes uñas adaptadas especialmente para cavar (Leopold y Mc Cabe, 1957).

La hembra es similar al macho en la coloración del dorso, del cuerpo y de las alas; sin embargo las conspicuas marcas blancas y negras de la cara y garganta presentes en el macho son reemplazadas por café y beige respectivamente (Swarth 1909). La capucha coronal es más pequeña que la del macho y las plumas del pecho, costado y abdomen son de color pardo rojizo. No presenta las plumas cafés y negras con manchas blancas y negras descritas para el macho (Leopold y Mc Cabe 1957).

Las plumas coberteras primarias superiores difieren entre sexos; en el macho están estampadas con manchas blancas, mientras que la hembra posee



barras del mismo color. En los individuos adultos éstas marcas se tornan brillantes y más definidas, con márgenes bien delineados (Heffelfinger 1997).

Las dimensiones promedio de la codorniz Moctezuma son: alas (plegadas) 111 a 131 mm; cola, 48 a 63 mm; pico, 15 a 17 mm; tarso, 28 a 33 mm. Las hembras son ligeramente más pequeñas que los machos. El promedio de peso en los machos es de 195 g, en tanto que en las hembras es de 176 g (Leopold 1990).

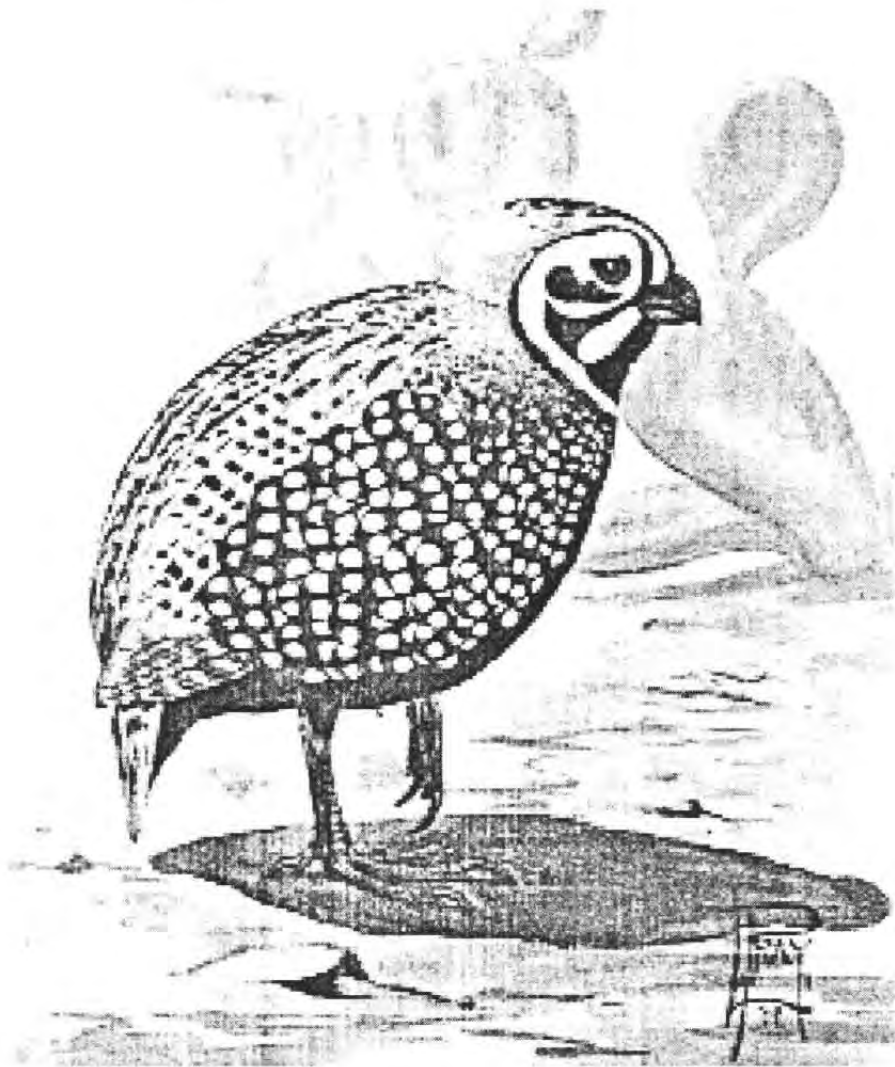


Figura 1. *Cyrtonyx montezumae mearnsi* (macho adulto) (Pray 1909).



3. 2. Distribución

La codorniz Moctezuma es un ave nativa de los bosques de pino encino de montañas y laderas semiáridas; puede habitar en enebros abiertos (Albers y Gehlbach 1990) y se distribuye desde el centro y sureste de Arizona, sur de Nuevo México y el extremo suroeste de Texas hasta el este central de Oaxaca en México (De Graaf *et al.* 1991). *C. montezumae* es habitante de las montañas mexicanas, específicamente de la vegetación de la zona del bosque de pino encino (De Graaf *et al.* 1991). La asociación entre ésta codorniz y el bosque de pino encino es tan universal que el ave puede ser considerada como un indicador de la calidad ambiental del ecosistema (Leopold y McCabe 1957). Esta codorniz es estrictamente terrestre y raras veces se le observa posada en los árboles; puede decirse que vive oculta entre la espesa cubierta del suelo y que no se le ve con facilidad, aún cuando se le busque. Se esconde cuando se aproxima alguien y solamente vuela cuando casi se le pisa; su vuelo es explosivo y muy rápido, pero corto, generalmente de 40 a 90 metros (Leopold 1990).

Las tres subespecies de codorniz Moctezuma se distribuyen en zonas altas templadas de pino-encino y generalmente en poblaciones de baja densidad, ocupando distintos rangos geográficos. La diferenciación entre las distintas subespecies está basada completamente en las características del plumaje, y no en el tamaño (Figura 2) (Terres 1980).

La *Cyrtonyx montezumae mearnsi* se distribuye en el sur de Arizona, Nuevo México y Texas. En el norte de México se localiza desde Sonora y el noroeste de Coahuila (Sierra del Carmen), hasta el sur de Durango y probablemente hasta la parte central de Zacatecas y Aguascalientes. La zona de contacto con la subespecie *Cyrtonyx montezumae montezumae* al sur, sucede a lo largo de la cresta de la Sierra Madre Occidental en Durango, Jalisco y Zacatecas (Figura 3)



(Leopold y McCabe 1957, Johnsgard 1988).

La subespecie *montezumae* se distribuye en las tierras altas de pino-encino desde Sinaloa hasta Michoacán en el oeste, a lo largo del Eje Neovolcánico por el centro, incluidos el Distrito Federal y el Estado de México, y por el este desde Tlaxcala y norte de Puebla, hasta Tamaulipas y Nuevo León (a lo largo de la Sierra Madre Oriental). Las poblaciones norteñas de *C. m. mearnsi* y *C. m. montezumae* se encuentran separadas por áreas desérticas de la altiplanicie mexicana.

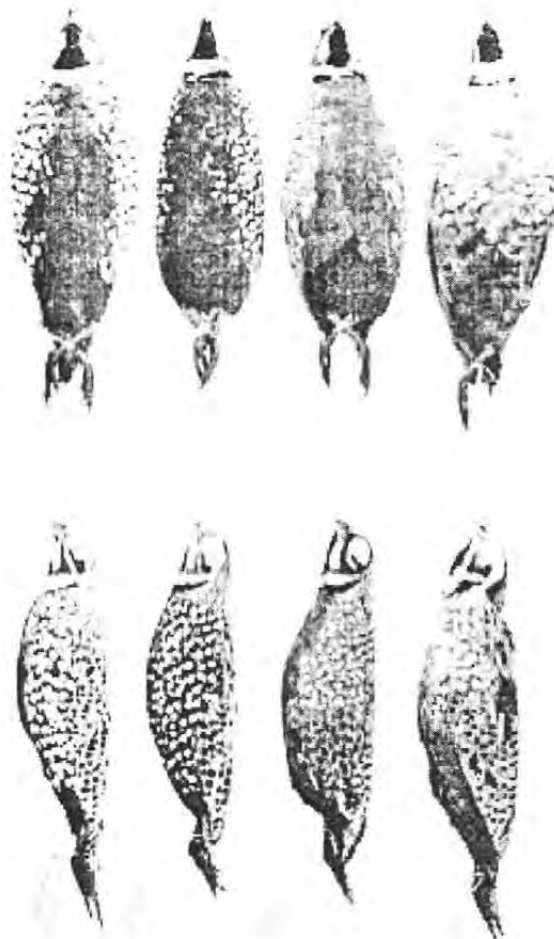


Figura 2. De izquierda a derecha: vistas ventral y lateral de especímenes machos de *Cyrtonyx montezumae mearnsi* (Pacheco, Chihuahua); *C. m. montezumae* (Tres Marias, Morelos); *C. m. sallei* (Cuapongo, Guerrero) y *Cyrtonyx ocellatus* (Teopisca, Chiapas). (Leopold y McCabe 1957).



La subespecie *sallei* habita en las mesetas de Guerrero y Oaxaca, este de Puebla hasta Veracruz, donde se han recolectado ejemplares que sugieren ser una hibridación entre *C. m. sallei* y *C. m. montezumae*, mientras que en su distribución más occidental, *C. m. sallei* y *C. m. montezumae* se encuentran separadas por la árida cuenca del río Balsas. En su distribución más sureña, *C. m. sallei* se encuentra separada de la codorniz ocelada (*Cyrtonyx ocellatus*), por una estrecha franja de vegetación tropical, la cual cruza el Istmo de Tehuantepec (Sibley y Monroe 1990). Estas especies ocupan precisamente el mismo nicho ecológico pero son completamente distintas en la coloración del plumaje (Leopold y McCabe 1957). Por lo anterior la historia natural y las relaciones ecológicas de la codorniz Moctezuma pueden ser estudiadas de mejor forma en México (Leopold y McCabe 1957).

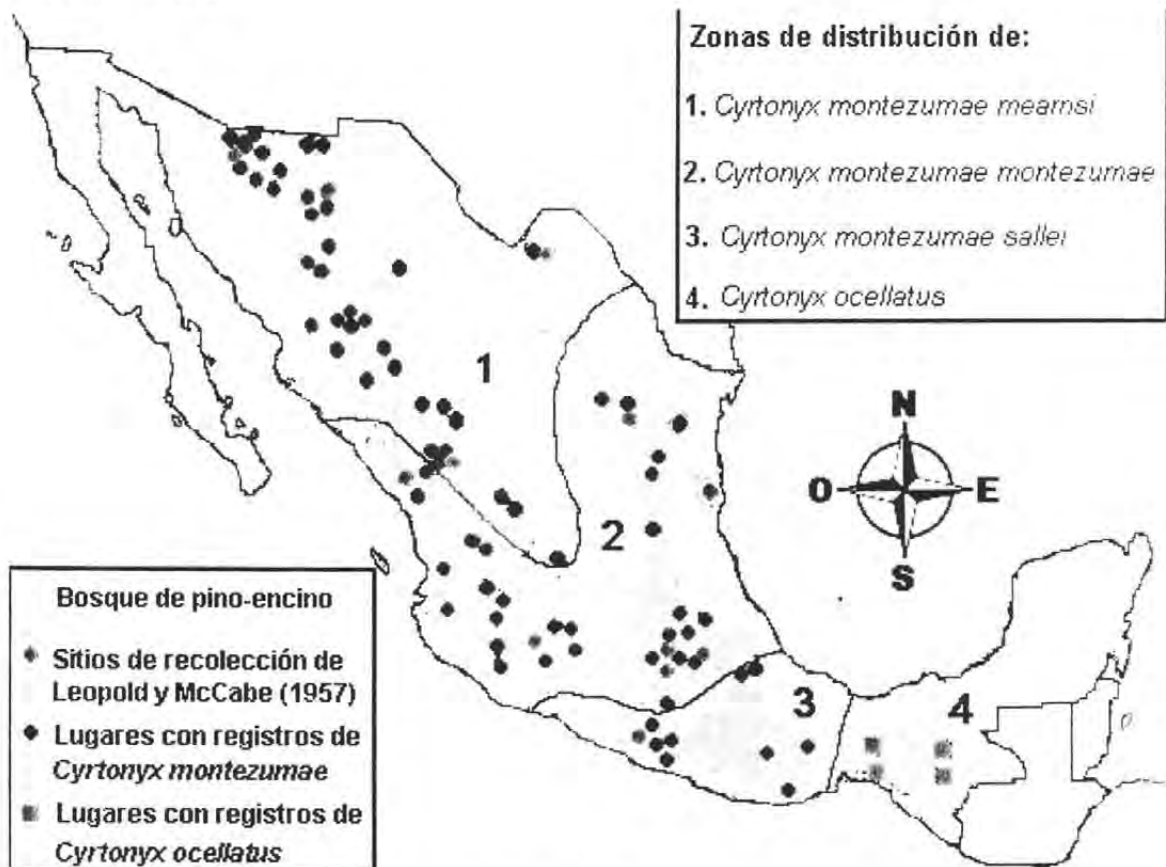


Figura 3. Distribución de *Cyrtonyx montezumae* en México (adaptado de Leopold y McCabe 1957).



3.3. Hábitat

La *Cyrtonyx montezumae* se localiza altitudinalmente entre los 1,060 y los 3,000 msnm (Johnsgard 1988, Sibley y Monroe 1990). La vegetación asociada a estas condiciones corresponde a los bosques de pino encino (*Pinus* spp., *Quercus* spp.) y montes de roble con una cobertura vegetal rica en matorrales y pequeños tubérculos (De Graff *et al.* 1991, Johnsgard 1988, Sibley y Monroe 1990). La migración altitudinal se presenta en cierto grado, debido al cambio de estaciones; los movimientos ascendentes en el verano probablemente no excedan los cien metros (Johnsgard 1988, Martin *et al.* 1951). El tipo de hábitat que ocupa la codorniz Moctezuma corresponde a las zonas semiáridas semihúmedas y bosque de pino encino con praderas montañosas, con árboles dispersos, particularmente táscales y encinos (Howell y Webb 1995, Martin *et al.* 1951, Leopold y McCabe 1957).

El hábitat óptimo de la codorniz Moctezuma lo constituyen las praderas entre las comunidades vegetales de pino-encino, con un subpiso de zacatón y grupos aislados de árboles, pero la especie puede tolerar una amplia variedad de condiciones de cobertura vegetal, desde las zonas más altas a las que llega la vegetación arbórea, hasta las zonas de transición a los desiertos, persistiendo aún en las montañas altas del este del Valle de México, en las zonas cercadas con cultivos de maíz o magueyerías, siempre y cuando existan superficies cubiertas de pastizales y bosques de pinos y encinos (Stromberg 1990). Sin embargo y pese a su capacidad para resistir ciertas perturbaciones ambientales, es particularmente sensible a los efectos del sobrepastoreo. La razón por la cuál el sobrepastoreo es perjudicial para las poblaciones de codorniz Moctezuma, es debido a la pérdida de cobertura vegetal necesaria para la anidación y para escapar de sus depredadores, más que la competencia por recursos alimenticios (Albers y Gehlbach 1990, Bishop y Hungerford 1965, Brown 1978, 1979, 1982).



Dentro de la zona de pino-encino, en las áreas en que no hay pastoreo de ganado doméstico, se encuentran las poblaciones más grandes de codorniz Moctezuma, ya que el pastoreo reduce o elimina las hierbas perennes que producen bulbos, estableciéndose en su lugar plantas anuales y pastos que se reproducen por semilla. Sin la presencia de estos bulbos, la codorniz Moctezuma desaparece, ya que de ellos obtiene no solamente alimento sino también agua. El bosque puede ser objeto de cortas, quemado y aún desmontado en grandes extensiones, sin que la codorniz sea eliminada. Las poblaciones pueden soportar intensa cacería sin que sean seriamente perjudicadas; pero el pastoreo es extremadamente dañino para esta ave (Leopold 1990). El control del pastoreo constituye la medida más efectiva para su correcto manejo (Leopold 1990).

Zaragoza (2001a) evaluó la diversidad vegetal que existe en el hábitat que ocupa la *Cyrtonyx montezumae montezumae* en el noroeste del Estado de México. En la evaluación reportó la presencia de zacatón (*Muhlenbergia spp.*), trompetilla (*Bouvardia spp.*) y gordolobo (*Gnaphalium americanum*) a una altitud de 2560 m en un clima sub-húmedo, con una variación en la temperatura de 12 a 18° C. El estudio contempló comunidades vegetales tales como bosque de pino-encino (*Pinus* y *Quercus*), pastizales y la asociación entre el bosque de pino-encino y el pastizal. Las comunidades vegetales importantes para la codorniz Moctezuma fueron las zonas de transición, debido a que son utilizadas para el anidamiento, alimentación y como territorio de fuga; en tanto que la zona boscosa les procura refugio y un área de anidación.

3.4. Alimentación

La codorniz Moctezuma está adaptada morfológicamente para escarbar, con fuertes piernas, largos talones y uñas; por lo que la mayor parte de su alimento lo obtiene rascando en el suelo, en búsqueda de distintos artículos



alimenticios, como bulbos, raíces y tubérculos; lo cual podría permitirle no tener que recorrer grandes distancias para obtener su alimento (Miller 1943). La existencia de dos especies de plantas herbáceas (*Oxalis* y *Cyperus*) favorecen la presencia de la codorniz Moctezuma (Leopold y McCabe 1957), pero dependiendo de la época del año, su dieta varía, ya que además consume insectos, bellotas de encino, semillas de leguminosas, gramíneas y frutos como la manzanita. En verano la mayor parte de su dieta es constituida por insectos y otros alimentos de origen animal que le proveen de proteína. Esto debido a la abundancia de insectos que se presenta como resultado directo de las lluvias de verano, las que incrementan la producción de flores y plantas.

Una característica fisiológica singular de la codorniz Moctezuma, es que obtiene el agua de los alimentos, lo que la aventaja frente a otras especies de codornices silvestres, que requieren de fuentes de agua de bebida (Schemnitz 1994). Al respecto, Zimmerman (1991) observó durante varios meses algunos grupos familiares e individuos adultos en una estación donde se alimentaban y se mantenía un tanque de agua con un nivel casi al ras del suelo. Durante este tiempo los adultos bebieron en raras ocasiones, sin embargo, consumían alimento sin dificultad; mientras que los polluelos lo hicieron muchas veces. Bajo condiciones de cautiverio, se ha observado que animales adultos y polluelos de dos y tres horas de edad, se acercan a beber agua cuando se les ofrece en recipientes poco profundos y rellenos con piedras pequeñas (Stromberg 2000).

Durante la época de apareamiento, en la incubación y la crianza, la codorniz Moctezuma requiere de un mayor aporte proteínico, por lo que durante los meses de junio, julio, agosto, septiembre y hasta principios de octubre, consume una gran cantidad de insectos. Bishop y Hungerford (1965) analizaron el contenido de buches de 176 aves colectadas a lo largo del año, y determinaron las variaciones estacionales en la selección de alimentos. Durante los meses de



enero, febrero y marzo, el alimento más importante fueron los bulbos de ocoyoles (*Oxalis* spp.) con un 64.3%, a través de abril, mayo y junio, las bellotas de encino (*Quercus* spp.) representaron el 41.8% de la dieta; durante los meses de julio, agosto y septiembre, los insectos, principalmente coleópteros (49.7%) tuvieron el mayor índice de consumo; durante octubre, noviembre y diciembre, los bulbos de *Oxalis* spp., tubérculos y semillas de espadilla (*Cyperus* spp.) constituyeron el grueso de la dieta. Utilizando el mismo método, Brown (1978) encontró resultados similares, difiriendo tan solo en el consumo de bellotas, de las que determinó niveles menores. Las bellotas son una fuente importante de energía y tienen bajas concentraciones de taninos en la cáscara (Miller 1943). Asimismo se reportan pequeñas cantidades de semillas de pastos y de cereales cultivados (trigo, maíz) en buches de codorniz Moctezuma (Leopold 1990).

A pesar de que *Oxalis* spp., ha sido reportado frecuentemente por otros investigadores, Stromberg (1990) menciona que en áreas sobrepastoreadas y sin presencia de *Oxalis* spp., la codorniz Moctezuma consumía tubérculos de *Ipomea* spp.; los buches de 45 aves contenían además larvas de insectos, bellotas, vegetales como *Cyperus* spp., semillas de leguminosas, gramíneas y frutos como el de la manzanita (*Arctostaphylus* spp.).

En la región noroeste del Estado de México, Zaragoza (2001b) analizó la composición de la dieta invernal de la codorniz Moctezuma, a partir de treinta buches, durante el invierno de 1999 – 2000. En este estudio se determinó el volumen y porcentaje de materia seca de cada uno de los componentes de la dieta. Los resultados señalaron como principal alimento al bulbo de *Oxalis alpino*, seguido por semillas de leguminosas, granos de maíz y semillas de trigo. Determinó además la concentración de nutrientes de *Oxalis alpino*, concluyendo que los bulbos son una importante fuente de energía con bajo aporte proteínico y que durante el invierno las leguminosas son la fuente de aminoácidos esenciales.



Esto confirmó la importancia de los bulbos de *Oxalis* en el invierno como el principal componente de la dieta de la codorniz Moctezuma en esta zona.

3.5. Depredación

De acuerdo a Miller (1943) los principales depredadores de la Moctezuma son aquellos que típicamente atacan aves que construyen sus nidos en el suelo, como las víboras de cascabel (*Crotalus* spp.), zorrillos (*Mephitis* spp.), zorras (*Urocyon cinereoargenteus*), correcominos (*Geococcyx* spp.), halcones (*Accipiter* spp.), (*Buteo* spp.), (*Falco* spp.) y cuervos (*Corvus* spp.).

En algunos lugares el pecarí de collar (*Dicotyles tajacu*) y el coatí (*Nasua narica*), podrían afectar los nidos, y desde entonces Miller (1943) señalaba al ganado bovino en México como una amenaza debida al sobrepastoreo y a la erosión consecuente. En Sonora se detectó la depredación de codorniz Moctezuma por tecolote (*Glaucidium* spp.) y otros mamíferos como el coyote (*Canis latrans*) (Leopold y McCabe, 1957).

Un factor a considerar, es la depredación de la Moctezuma por rapaces. Ligon (1927) señaló al gavilán de Cooper (*Accipiter cooperii*) como el principal depredador de esta codorniz, aunque indica que no había evidencias de que esta aseveración fuera correcta. En un estudio con radiotelemetría, Stromberg (1990) reportó cinco pérdidas de codorniz Moctezuma debidas al gavilán de Cooper y tres por coyote (*Canis latrans*). Una vez que el gavilán de Cooper localizaba una parvada, ésta era sometida a una intensa depredación. Al respecto, Ibarra (2001) analizó la dieta del gavilán de Cooper en la región noroeste del Estado de México, y determinó que la codorniz Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae*) no era su principal presa, como se sugería previamente.



3.6. Reproducción

La estación reproductiva de la codorniz Moctezuma es relativamente corta y el periodo de incubación se restringe a los meses de julio y agosto (Leopold y McCabe 1957, Yeager 1967). Los adultos no sobreviven muchos ciclos reproductivos, de acuerdo con lo esperado con el índice de sobrevivencia calculado en base a la proporción de adultos y juveniles (Brown 1978, Brown 1979, Yeager 1967). Un factor perjudicial y determinante para las poblaciones de codorniz Moctezuma, es la ausencia de precipitación pluvial en los meses de junio a septiembre (verano), lo que provoca disminución en la disponibilidad de alimentos, lo que finalmente repercute en su reproducción (Brown 1979).

3.6.1. Conformación de la pareja

La formación de la pareja se da un poco antes del apareamiento, el cual ocurre en los meses de abril y mayo, registrándose la formación de parejas más precoz a finales de marzo (Stromberg 1990). La codorniz Moctezuma forma parejas monógamas (Johnsgard 1988; Leopold y McCabe 1957); produce pocas vocalizaciones, excepto durante la época de reproducción, cuando algunos machos (probablemente los que no se han apareado) emiten una nota aguda que suena como un “zumbido” ascendente, más parecido al sonido de un insecto que al de una ave, el que se presume es un reclamo para aparearse (Leopold 1990).

La codorniz Moctezuma vive en grupos cuyo tamaño varía de acuerdo a la época del año. Durante la época de apareamiento y anidación (mediados de primavera hasta finales de verano), vive en parejas, ocupando un territorio de dimensiones intermedias entre el ámbito hogareño que utiliza en otoño y la primera mitad del invierno, cuando las parvadas están integradas por los padres y la progenie (Leopold y Mc Cabe 1957, Stromberg 1990). La pareja ocupa un área



pequeña (1 a 2 hectáreas) durante el mes de septiembre (Bishop y Hungerford 1965, Stromberg 1990).

3.6.2. Construcción del nido

La codorniz Moctezuma, como todas las codornices del nuevo mundo (Odontophorinae), construye su nido sobre el suelo. La *Cyrtonyx montezumae* en particular, anida en depresiones que fabrica escarbando la tierra con las patas y el pico, junto a grandes rocas, bajo los matorrales o en pastizales (De Graaf *et al.* 1991). Los nidos son cubiertos con tierra, formando un montículo y después son protegidos y camuflados con pasto seco, raicillas, hojas y hierbas, lo que dificulta su localización (Terres 1980, España 1978). Las dimensiones aproximadas del nido son: nueve centímetros de ancho por siete centímetros de alto, con una profundidad variable (Wallmo 1954, Bishop 1964). No existen reportes de la observación de construcción del nido en condiciones naturales, sin embargo se observó que la construcción de un nido en cautiverio fue resultado de un esfuerzo común entre el macho y la hembra (Leopold y McCabe 1957). En condiciones de cautiverio, la codorniz Moctezuma construye el nido únicamente si vive en espacios mayores a los 100 metros cuadrados (Stromberg, 2000).

3.6.3. Anidación

El tamaño de la nidada varía de 6 a 16 huevos (Leopold y McCabe 1957). El promedio obtenido de algunos registros es de 11.1 huevos por nidada (Leopold y McCabe 1957). Normalmente ponen un huevo por día, frecuentemente al medio día (Stromberg 2000). El pico de producción varía en cada temporada y en parte está en función de las lluvias de verano (Brown 1979).

Algunos estudios realizados en el sureste de Arizona mostraron que la



anidación sucedía en el verano, durante la estación de lluvias, a finales de junio y principios de septiembre, sin registrarse posturas dobles en caso de perder la primera como sucede en algunas aves (Bent 1932, Wallmo 1954). Esto ha sido confirmado por otros investigadores (Brown 1982, Stromberg 1990). Las hembras de codorniz Moctezuma que se encuentran en cautiverio continúan poniendo alrededor de 24 huevos, si en cada nueva puesta es removido el huevo. Pueden llegar a poner más de 40 huevos en cada época reproductiva (Stromberg 2000).

3.6.4. Incubación

El periodo de incubación es de 24 a 26 días en cautiverio, uno o dos días más que el de otras codornices de Norteamérica. En vida libre se desconoce. (Leopold y McCabe, 1957). La velocidad de eclosión puede variar de acuerdo a los cuidados hacia el huevo, condiciones climáticas o tamaño de la nidada; pero en ningún caso se aprecia un efecto sobre el periodo de incubación (Leopold y McCabe 1957). Los huevos de la codorniz Moctezuma son blancos de apariencia calcárea, similares a los de la codorniz mascarita (*Colinus virginianus ridgwayi*), excepto que el ápice es notablemente menos puntiagudo (Bent 1932). Los huevos miden en promedio 32.2 por 24.9 mm.; el peso promedio es de 10.59 gramos, observando huevos más pesados (11.2 g) y más ligeros (10.2 g). Es común observar al macho empollar al huevo. La hembra cuida y protege activamente a la cría aunque el macho es el principal protector del nido (Ehrlich *et al.* 1988).

3.6.5. Crianza

Algunos polluelos eclosionan en julio y agosto, cuando las lluvias de verano ha inducido el crecimiento de las plantas y hay abundancia de insectos de los cuales se alimentan pollos y adultos. Los animales jóvenes virtualmente no comen otra cosa que insectos, por lo que los veranos secos que inhiben el crecimiento de



las plantas y por lo tanto las poblaciones de insectos, perjudican directamente a las codornices (Leopold y McCabe 1957).

Todos los huevos viables de un nido eclosionan en un tiempo promedio de 24 horas (Stromberg 2000). El promedio de peso al nacimiento es de 7.7 gramos. El peso promedio de el cascarón, membrana, alantoides, y fluidos extra corporales es de 2.9 gramos. La diferenciación sexual es posible a partir de la sexta semana, y aproximadamente a los 30 días de edad son capaces de volar (Leopold y McCabe 1957, Wallmo 1954).

La crianza de los polluelos es llevada a cabo por ambos padres, con menor participación del macho. En Colonia Pacheco, Chihuahua, se observó volar algunas hembras de sus nidos, pero nunca un macho, aunque en una ocasión se encontró uno sentado incubando junto con una hembra (Leopold y McCabe 1957). Cerca de río Gavilán, Chihuahua, se encontró una pareja con sus ocho pollitos en sus perchas nocturnas, todos los polluelos estaban bajo el macho, quien se había esponjado lo doble de su tamaño normal, estando la hembra pocos metros alejada (Leopold y McCabe 1957).

El grado de mezcla de polluelos de diferentes edades está dado en función de la densidad de población. Esto ocurre cuando existe una densidad mayor 15 polluelos, que es la que normalmente se presenta en la codorniz Moctezuma (Leopold y McCabe 1957). El peso adulto se obtiene al mismo tiempo que las alas se fortalecen y la codorniz completa su primer plumaje de invierno lo cuál ocurre a las 15 semanas de edad. A medida que la familia madura, pasa a formar parte del núcleo de la parvada de invierno. En su zona de invernación las bandadas son casi sedentarias viviendo en ocasiones en áreas pequeñas de unas cuantas hectáreas (Leopold 1990).



Algunas codornices criadas en cautiverio han alcanzado el peso adulto a las 11 semanas (Ehrlich *et al.* 1988). Las pequeñas bandadas de 5 a 10 aves parece ser que representan la unidad familiar estando compuestas de un par de adultos, más los jóvenes del año anterior y tal vez uno o dos adultos adicionales.

La densidad de población varía de acuerdo a la calidad del hábitat y por los efectos del clima; veranos extremadamente cálidos e inviernos muy fríos así como la cantidad de precipitación pluvial inciden directamente en la dinámica poblacional de años posteriores (Albers y Gehlbach 1990).

3.7. Conservación *ex-situ*

La conservación *ex-situ* mantiene poblaciones aisladas de especies fuera de su hábitat original en instalaciones como zoológicos, aviarios, jardines botánicos, centros de rehabilitación, centros de reproducción en cautiverio, bancos de semillas, bancos de genes *in-vitro* y bancos de genes en campos de cultivo. En ciertos casos puede tener un papel y contribuciones muy importantes a la conservación de las aves. La función de la conservación *ex-situ* es proveer un almacenamiento a largo plazo, análisis, pruebas, propagación de especies amenazadas de la biota y sus descendientes y son un almacén de materiales genéticos para futuros programas de reproducción.

Otros beneficios que también tienen estos centros de conservación *ex-situ* son el poder contribuir a programas de educación ambiental y recreación. También pueden brindar oportunidades para obtener nuevos conocimientos sobre las especies (por ejemplo, conocer a detalle la biología reproductiva o la descripción del huevo de una especie que en vida silvestre no se conoce) o métodos y tecnologías que pueden ayudar a la especie en vida silvestre (Gómez y Oliveras 2003).



Es un hecho evidente que un porcentaje mayor de diversidad biológica puede ser conservado de mejor forma y a largo plazo con ayuda de la conservación de paisajes, los que incluyen diversos ecosistemas y la variedad de especies que reside en ellos. Sin embargo, algunos hábitats han sido disminuidos o degradados en tal magnitud, que las poblaciones remanentes de muchas especies se encuentran en un alto riesgo de extinción. Para muchas otras especies no existe información suficiente que permita determinar el grado del riesgo de extinción. Para tales especies, la conservación *ex situ*, la cual incluye bancos de germoplasma, colecciones de DNA, colecciones de células viables congeladas y colecciones de especímenes vivos para promover la diversidad genética, puede contribuir de manera importante para lograr el objetivo estratégico de la conservación de diversidad biológica (Meffe y Carroll 1994).

La conservación de especies silvestres se realiza mejor en su hábitat natural, en las comunidades de las que forman parte, esto aplica para aquellas especies que son resguardadas por sus recursos genéticos actuales o potenciales. Únicamente cuando tales comunidades están amenazadas, o algunos individuos de la especie junto con ellas, entonces requieren de protección especial o conservación *ex-situ*. Cuando las poblaciones de especies silvestres son mantenidas en hábitats diferentes a los que lograron adaptarse, se expone a estas poblaciones a las presiones de selección dominantes en el nuevo ambiente (Frankel y Soulé 1981).

Los recursos genéticos de la gran mayoría de especies silvestres utilizadas por el hombre pueden ser resguardadas de forma razonable en al menos una proporción de sus hábitats naturales, a pesar de esto, en algunos casos existe la necesidad de protección especial. Todos los recursos genéticos mantenidos en cualquier forma de preservación *ex-situ* requieren supervisión continua, mantenimiento y protección (Frankel y Soulé 1981).



La conservación *ex-situ* tiene sus limitantes relacionadas principalmente con la pérdida de diversidad genética. Por otro lado, la ineficiencia de algunos programas de reproducción en cautiverio, principalmente en parques zoológicos modernos, no permite que cumplan con sus objetivos actuales de conservación. Esto ocurre principalmente con los grandes mamíferos que son confinados con fines reproductivos y se ven afectados por factores como el espacio, la alimentación y la modificación de sus pautas de comportamiento, entre otros.

Para las especies que se reproducen mediante la estrategia conocida como "r" (denominados así por su rapidez de reproducción), organismos generalmente pequeños como los roedores y las aves, que alcanzan la madurez sexual en poco tiempo, que tienen períodos de vida cortos y crías numerosas (muchas de las cuales no logran llegar a la edad adulta) y que dedican poca o ninguna energía a la crianza de los más jóvenes de la especie, la reproducción *ex-situ* puede ser una herramienta realmente útil debido a que por sus condiciones naturales y características de comportamiento sexual, permite contar con un mayor número de individuos en poco tiempo, lo que ayuda a promover la pronta recuperación de sus poblaciones naturales (Odum 1995).



IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Área de estudio

El área de estudio comprendió zonas de bosque pino-encino, bosque de encino, pastizal y asociaciones de bosque de pino-encino y pastizal localizadas en ocho municipios de la región noroeste del Estado de México (Acambay, Aculco, Almoloya de Juárez, Atlacomulco, Polotitlán, San Felipe del Progreso, Temascalcingo y Timilpan), los cuales abarcan una superficie total de 3155.96 km², representando el 1.4% de la superficie total del Estado de México (Figura 4) (INEGI 1987). Los 8 municipios están incluidos también en la Región Indígena IX (Mazahua-Otomí), la cual incluye 39 municipios que conforman la zona noroeste del Estado de México (INI 2000).



Figura 4. Región noroeste del Estado de México.



La zona presenta una precipitación promedio anual de 1000 mm con un intervalo de 700 a 1500 mm. El clima predominante es Templado Subhúmedo con lluvias en verano (C(w)). El régimen térmico medio anual oscila entre 12 y 18° C. También se presenta una porción de clima semicálido subhúmedo (ACw) en el oeste del Estado de México con un régimen térmico medio anual mayor a 18° C (INEGI 1987).

La vegetación dominante en la región es de bosques (pino, encino, pino-encino, oyamel, oyamel-pino, pino-oyamel y encino-pino) que se alternan con áreas de pastizal natural e inducido y chaparral (Espinosa y Sarukhán 1997). Los bosques de pino-encino son característicos de las serranías de esta de zona, y se distribuyen entre los 2800 a los 2950 msnm, en climas semifríos subhúmedos con lluvias en verano (Martínez y Matuda 1979). El estrato arbóreo está constituido por varias especies de pinos en concentraciones casi puras (*Pinus occarpa*, *P. douglasina* y *P. teocote*), también se pueden encontrar encinos (*Quercus crasifolia*, *Q. lauriana* y *Q. conglomerata*) y aile (*Alnus jerullensis* y *Alnus firmifolia*); en el estrato arbustivo, madroño (*Arbutus slandulosa*), escoba (*Baccharis conferta*), y una gran cantidad de pastos (*Muhlenbergia* spp.) (Rzedowski 1983, Rzedowski y Rzedowski 1985).

Hacia el norte y noroeste de esta región hay matorrales crasicuales integrados por grandes cactáceas incluyendo asociaciones de nopaleras, yucas, bisnagas, órganos y garambullos. En las zonas templadas frías como los Valles de Toluca, Ixtlahuaca, Aculco, Jilotepec y Polotitlán, los pastizales ocupan las partes bajas de las serranías en altitudes de más de 2,500 m destacando especies como *Agrostis schafneri*, *Aegopogon gerardii*, *Bouteloua chondrosoides* y *Muhlenbergia glabrata* (Sánchez 1984). Característico de las regiones frías de mayor altura es el zacatonal o zacatal que se encuentra constituido por gramíneas altas y amacolladas, en las que se aprecian especies como *Festuca tolucensis*, *F. livida*,



F. amplissima, *Muhlenbergia quadridentata*, *M. nubia*, *M. nigra*, *M. affinis*, *Trisetum spicatu*, *Agrostis tolucensis* y *Andropogon cenchroides*, entre otros (Rzedowski 1983, Velázquez 1990).

4.2. Localización y caracterización de los nidos

Realizamos búsquedas de nidos en el campo durante 22 días distribuidos de mayo a septiembre del año 2003 de la siguiente forma: mayo (11, 18 y 25), junio (1, 6, 14, 15, 22, 27 y 29), julio (5, 6, 13, 16, 20 y 23), agosto (6, 10, 31) y septiembre (7, 14, 21). Recorrimos 66 trayectos en 17 sitios distintos localizados en 8 municipios del noroeste del Estado de México: Acambay (Arroyo Zarco y Peña Ñadó), Aculco (Cerro del Comal, El 120, La Cofradía y San Francisquito), Almoloya de Juárez (Ocoyotepec, San Lorenzo Toxico, Yebucivi), Atlacomulco (Diximoxi), Polotitlán (Casas Viejas), San Felipe del Progreso (Rio Hoyo Buenavista, San José del Rincón y Tito's Ranch), Temascalcingo (Puente Andaró y Santa María Canchesdá) y Timilpan (Buenavista) (Figura 5) algunos de los cuales presentan la mayor densidad de codorniz Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae montezumae*) en el Estado de México (Tapia *et al.* 2002).

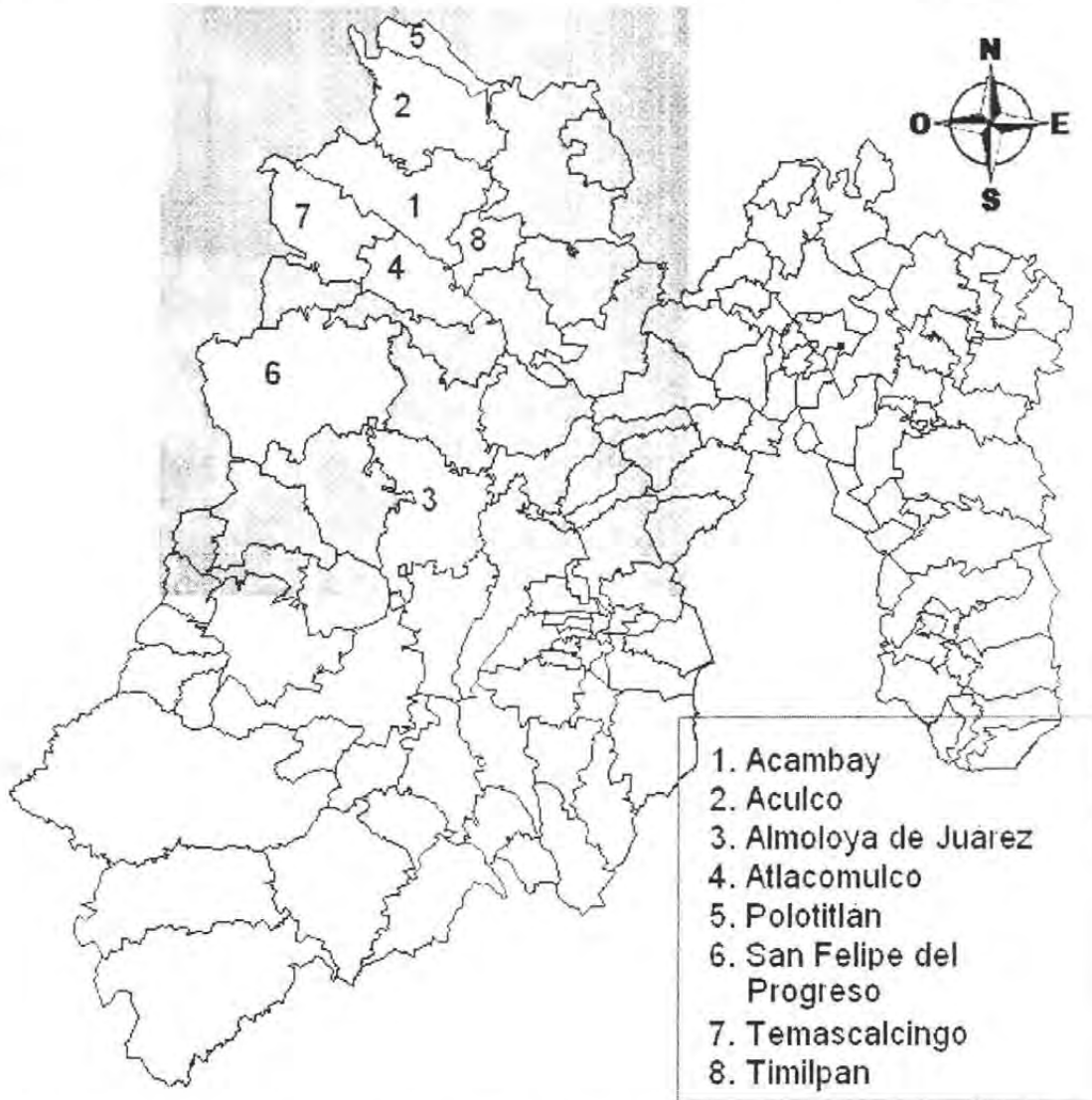


Figura 5. Municipios de la región noroeste del Estado de México incluidos en la zona de estudio.

Integramos dos equipos de búsqueda, cada uno conformado por cuatro personas y cuatro perros de muestra (Figura 6), entrenados y utilizados para rastrear y localizar codorniz Moctezuma desde 1997. La utilización de perros de muestra ha sido empleada exitosamente para la localización de codorniz Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae mearnsi*) en estudios anteriores (Bishop y Hungerford 1965, Brown 1978). Tapia *et al.* (2002) utilizaron perros de muestra para hacer una estimación de la densidad poblacional de *Cyrtonyx montezumae*



montezumae en la región noroeste del Estado de México.



Figura 6. Equipos de búsqueda.

Las búsquedas de nidos se realizaron desde el amanecer hasta el mediodía y se reanudaron por la tarde. Recorrimos 66 trayectos de 2 a 3 km de longitud y 40 metros de ancho aproximadamente, en sitios específicos en donde se habían realizado avistamientos de codorniz Moctezuma desde el año de 1997 (Tapia *et al.* 2002). La vegetación dominante en estos sitios es el bosque de pino-encino, el bosque de encino, los pastizales (naturales e inducidos) y las asociaciones de bosque de encino-pastizal y de pino-encino pastizal. También recorrimos algunas áreas de cultivo, barrancas, bordes de bosque y bosquetes.

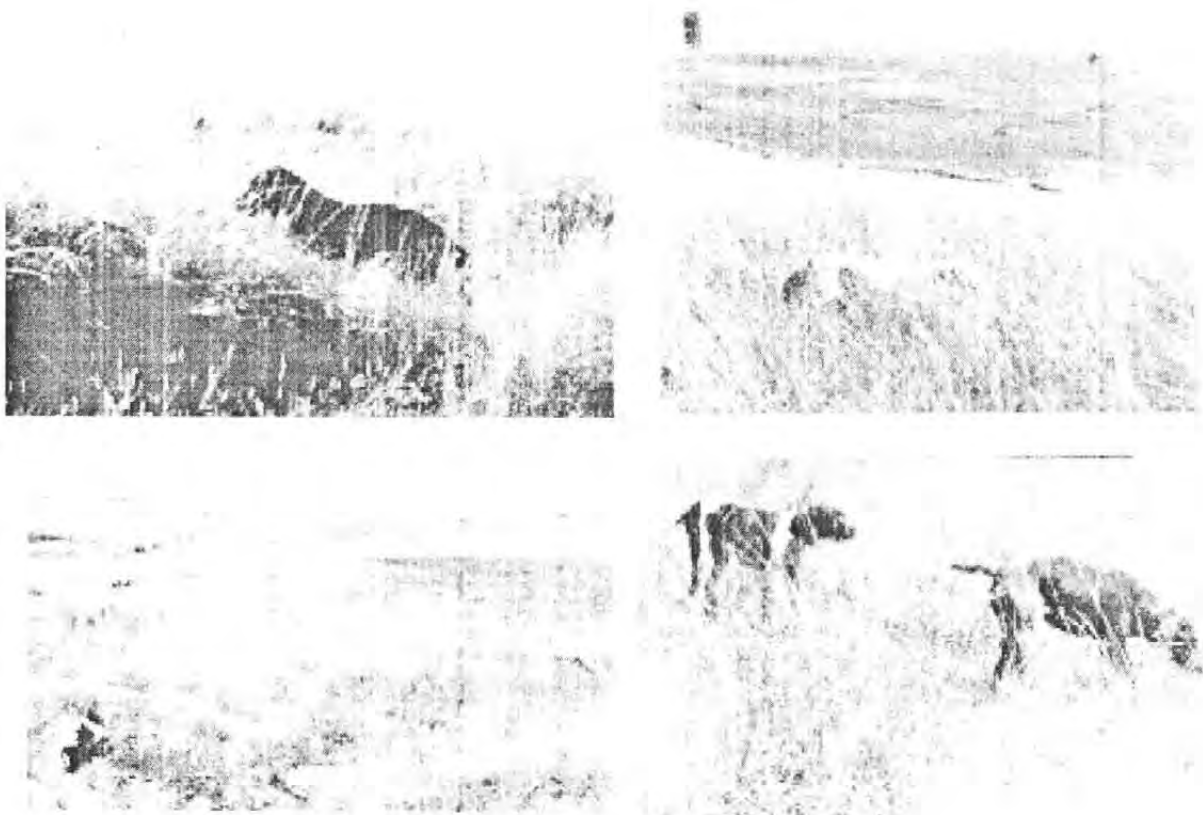


Figura 7. Búsqueda de codorniz Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae montezumae*) utilizando perros de muestra.

Para realizar las búsquedas trazábamos una línea horizontal imaginaria perpendicular al trayecto, en la que cada miembro del equipo se separaba 10 metros entre sí. Los perros caminaban a una distancia aproximada de 5 a 8 metros por delante de nosotros. Cuando detectaban un rastro y lo indicaban con su lenguaje corporal, nos acercábamos lentamente al sitio, forzando el vuelo de las codornices que ocurría a una distancia variable (de 5 a 1 metro). Por observación directa de los individuos realizamos la identificación de la especie y del sexo, guiados por el tamaño de las aves y la coloración de su plumaje. En los sitios de avistamiento buscamos rascaderos, echaderos y otros indicios de la presencia de las codornices como plumas, cascarillas de “agritos” (*Oxalis* spp.), excremento y huellas (Figura 8) e inspeccionábamos en un radio de 50 metros la



presencia de nidos. Después de un avistamiento continuábamos la búsqueda en la misma dirección. En los sitios donde observamos el mayor número de codornices repetimos las búsquedas en fechas posteriores.

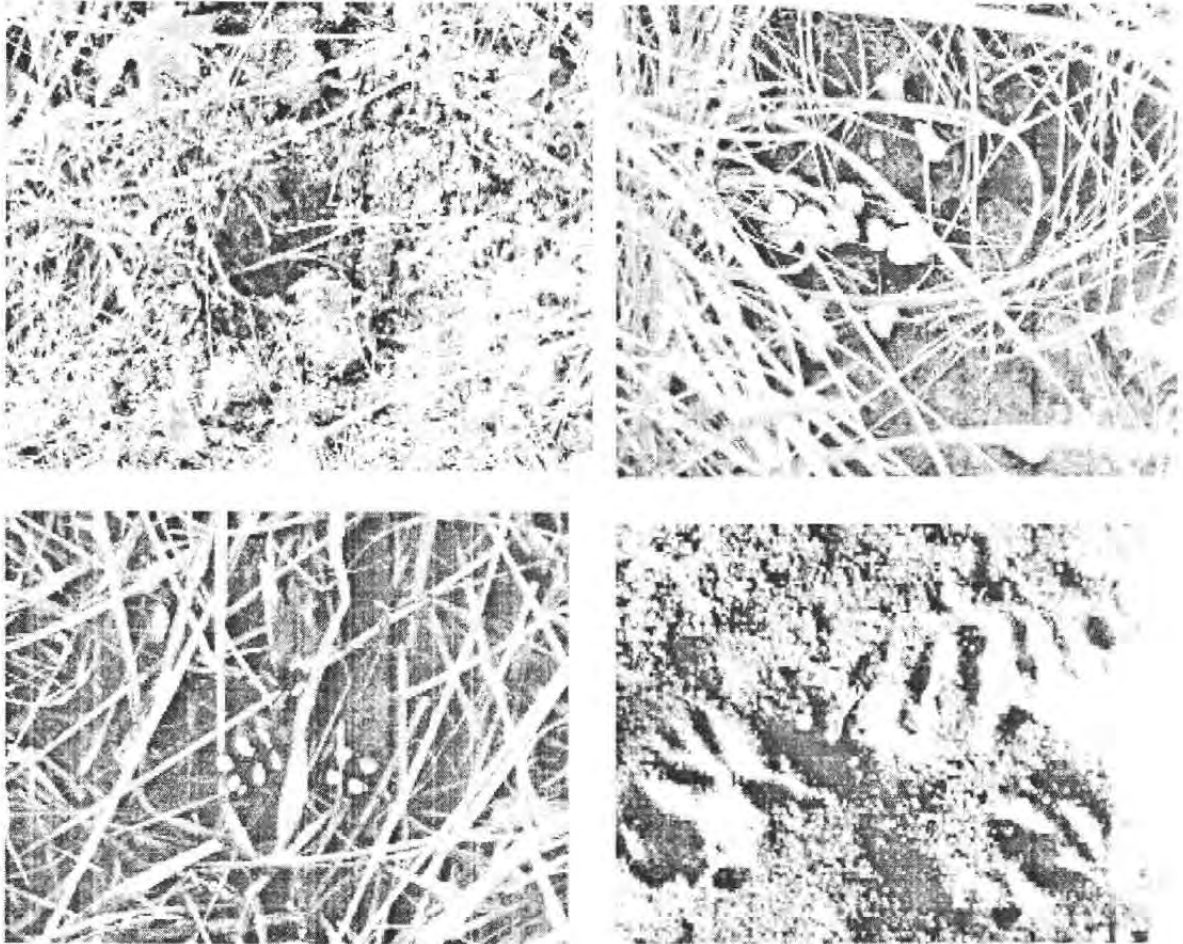


Figura 8. Rascaderos, excretas, plumas y huellas de codorniz Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae montezumae*).

Los sitios de anidamiento fueron caracterizados de acuerdo a la comunidad vegetal en donde se encontraron, sus coordenadas (UTM) y la altitud (msnm).

La comunidad vegetal se clasificó por apreciación visual, determinando especies vegetales dominantes por estratos (superior-arbóreo, medio-arbustivo e inferior-herbáceo). Consideramos cuatro categorías: bosque de encino (BE),



bosque de pino-encino (PE), pastizal (PZ) y sus asociaciones (bosque de encino y pastizal (BE-PZ) y bosque de pino-encino y pastizal (PE-PZ).

El bosque de encino (BE) se compone en su estrato medio por matorrales de encino o encinares arbustivos, en el estrato arbóreo dominan los encinos (*Quercus* sp.). Es difícil delimitar ambos estratos, debido a que no hay separación entre ellos, pues mientras que los árboles miden de 4 a 5 m de altura pero carecen de un tronco único bien definido, los arbustos, que solo tienen de 2 a 2.5 m, pueden presentar un eje claro de ramificación primaria.

En el estrato arbóreo del bosque de pino-encino (PE) predomina el pino (*Pinus* sp.), en segundo lugar están presentes los encinos (*Quercus* sp.) y algunas veces cedros (*Juniperus* sp.). El estrato arbustivo lo constituyen madroños (*Arbutus* sp.), manzanita (*Arctostaphylos* sp.) y en las partes más áridas la yuca (*Yucca* sp.).

El pastizal se presenta en forma de franjas continuas y manchones, y está constituido por un solo estrato herbáceo que mide entre 20 y 70 cm, donde dominan las gramíneas. Aislados se encuentran elementos de nopal (*Opuntia* spp.), huizaches (*Acacia* spp.) y mezquites (*Prosopis* spp.).

Las coordenadas UTM (coordenadas ortogonales de la proyección Universal Transversa de Mercator) fueron obtenidas con un Sistema de Posicionamiento Global (GPS 12 XL Garmin) con el que también determinamos la altitud (msnm).

Los nidos fueron medidos (diámetro mayor y menor, altura, profundidad y grosor) con un calibrador milimétrico tipo Vernier. Registramos también la forma del nido, material de construcción, orientación de la entrada, tamaño de la postura y presencia de cascarones o polluelos en el nido.



4.3. Recolección y caracterización de los huevos

El 20 de julio de 2003 recolectamos 21 huevos localizados en dos nidos (SF1 y SF2) que fueron transportados a la UMA Pachuquilla en Actopan, Hidalgo. Los huevos fueron colocados y transportados en contenedores de unicel, rodeados de papel o algodón, con el ápice dirigido hacia abajo, con la finalidad de mantenerlos inmóviles e intactos. Determinamos su tamaño (diámetro mayor y menor) utilizando un calibrador milimétrico tipo Vernier, los pesamos con una balanza granataria (con capacidad máxima de 2000 g y lectura mínima de 0.1 g) y registramos su forma, textura (lisa o rugosa) y color (blancura y ausencia o presencia de manchas).

4.4. Incubación artificial

La incubación artificial se realizó en la Unidad de Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA) Pachuquilla. El sitio está ubicado a 2100 msnm y presenta una temperatura promedio anual de 18.5° C, con clima clasificado como frío seco. La sala de incubación de este sitio cuenta con planta de energía eléctrica propia, lo que disminuye la posibilidad de interrupción de la incubación artificial en el caso de falla en el suministro de energía.

Desinfectamos los huevos con hipoclorito de sodio a una dilución de 200 ppm, posteriormente los almacenamos en una habitación térmicamente aislada a una temperatura de 15° C con humedad relativa del 80% durante un máximo de 24 horas. Los colocamos en una charola de conservación e incubación; con el ápice dirigido hacia abajo (Figura 9). La charola se mantuvo con una inclinación de 45°. Cada doce horas los huevos fueron volteados para mantener la misma inclinación. Cuatro horas antes de iniciar la incubación los huevos fueron trasladados del cuarto de almacén a la sala de incubación, para que el cambio de



temperatura del almacén a la incubadora no fuera muy drástico.

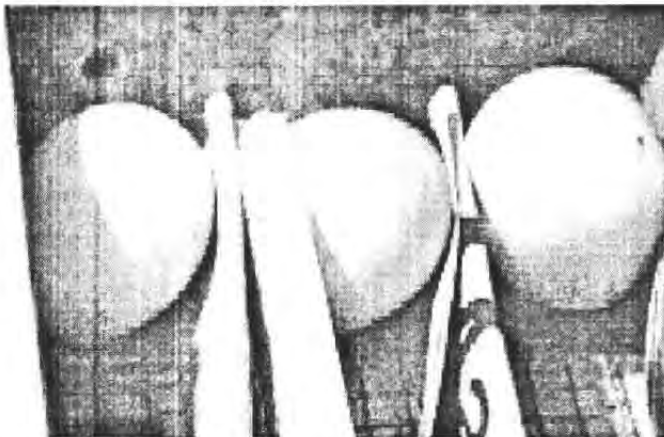


Figura 9. Huevos de codorniz Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae montezumae*) en la charola de incubación.

El día 22 de julio de 2003 inició la incubación artificial de 21 huevos provenientes de dos nidos. Aplicamos las especificaciones de temperatura y humedad utilizadas en la incubación de otras especies de codornices silvestres (*Callipepla californica*, *Callipepla gambelii*, *Callipepla squamata*, y *Colinus virginianus*) (Balboa 2002).

Utilizamos una incubadora de volteo automático (Thermostat) (Figura 10) que durante los primeros 21 días de incubación se mantuvo a una temperatura constante de 99.75° F (37.6° C), humedad de 85° F termómetro húmedo (humedad relativa de 54%) y volteo automático a intervalos de una hora. A partir del día 22 de incubación los huevos fueron trasladados a la nacedora, mantenida a una temperatura de 99° F (37.2 ° C) y humedad de 92° F termómetro húmedo (79% de humedad relativa).



Figura 10. Incubadora de volteo automático utilizada para la incubación de huevos de codorniz Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae montezumae*).

4.5. Crianza *ex-situ*

La crianza de las codornices se dividió en 2 fases: iniciación y desarrollo. Para tal fin, los polluelos recién eclosionados provenientes de la UMA Pachuquilla, fueron transportados en una caja circular de cartón que en su interior contenía papel que les procuraba cobertura hacia las instalaciones de la UMA El Coter, localizada en Irapuato, Guanajuato. A pesar del riesgo que representó el transporte de los polluelos, consideramos conveniente realizar la crianza en Irapuato debido a sus características climáticas, las instalaciones y experiencias previas en cría de codornices silvestres (*Callipepla californica*, *Callipepla gambelii*, *Callipepla squamata*, y *Colinus virginianus*) realizadas en El Coter.

El clima de Irapuato, Guanajuato está clasificado como BSohw (W) (e), que es el menos seco de los secos esteparios, con lluvias en verano distribuidas



durante los meses de junio a septiembre. La temperatura promedio anual es de 18° C, con máxima promedio de 32.2° C en el mes de mayo y mínima promedio de 7.9° C en enero con una humedad relativa promedio de 56%. La precipitación total anual es de 665 mm con heladas entre los meses de octubre y marzo.

El 15 de agosto de 2003 comenzó la crianza de la parvada 1, conformada por 6 polluelos incubados artificialmente. Al momento de su ingreso a la sala de crianza fueron pesados. El 20 de septiembre ingresó a la sala de crianza la parvada 2 (integrada por 15 individuos incubados de forma natural). Esta segunda parvada no fue pesada.

4.5.1. Iniciación

La fase de iniciación se dividió a su vez en tres etapas: iniciación 1 (semana 1 a la 4), iniciación 2 (semana 4 a 5) e iniciación 3 (semana 5 a 6). Las tres etapas de la iniciación se completaron en 6 semanas.

En iniciación 1 los polluelos fueron mantenidos en una criadora construida de madera. Esta medía 68 cm de largo por 44 cm de alto y 40 cm de ancho, con el frente o tapa de vidrio transparente, un orificio circular lateral de 8 cm de diámetro que permitía el intercambio de aire y una fuente de calor regulable, proveniente de un foco de 100 watts controlado por un intensificador de luz (Figura 11). Previamente a la introducción de los pollos, la criadora fue lavada y desinfectada con hipoclorito de sodio a una dilución de 200 ppm.

La primera semana de iniciación la criadora se mantuvo a una temperatura constante de 35° C, cada semana se redujo la temperatura gradualmente para que al cabo de cuatro semanas la temperatura al interior de la criadora fuera de 23° C.

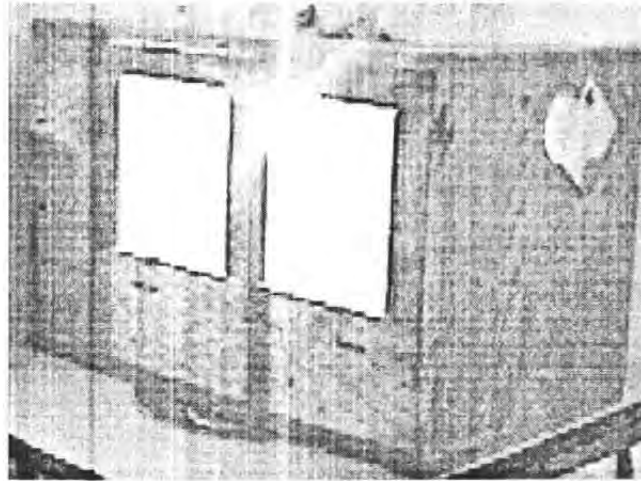


Figura 11. Criadora de madera utilizada durante la fase 1 de iniciación en la crianza de polluelos de codorniz Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae montezumae*).

Utilizamos un comedero lineal y un bebedero de tipo botellón (1 L) para proporcionar alimento y agua a los polluelos. Dentro del bebedero colocamos piedras pequeñas con el objetivo de evitar asfixias por inmersión cuando los polluelos bebieran agua. En el interior de la criadora colocamos malezas, ramas de cedro rojo (*Cedrela odorata*) y viruta de madera. El diseño de esta criadora y la disposición de su contenido se basó en las experiencias de crianza *ex-situ* de algunas especies de codornices silvestres realizadas en El Coter, las que sugieren que espacios más amplios y sin cobertura (ramas, malezas, piedras) provocan tensión constante en las aves y decesos frecuentes.

Como medidas de control sanitario los utensilios empleados en la limpieza, alimentación y manejo de las aves fueron desinfectados con hipoclorito de sodio a una dilución de 200 ppm después de su utilización. También se restringió el paso de personas ajenas a la sala de incubación y se colocó un tapete sanitario a la entrada de la misma.

Para la fase 2 de iniciación (cuarta semana de edad) los polluelos fueron alojados en una jaula de 1.6 m de largo por 0.95 m de alto y 0.75 m de ancho,



construida con una estructura de varilla de acero (de $\frac{5}{8}$ de pulgada), forrada de tela hexagonal de acero galvanizado (1 x 2 cm de apertura), con techo de lámina de acero y piso de tela de criba estañada (0.5 x 0.5 cm de apertura) para prevenir que las patas se atoraran en la malla, basándonos en las experiencias de crianza otras especies de codornices, perdices, pavos silvestres y faisanes.

Esta jaula se colocó a 40 cm del piso. Como fuente de calor utilizamos un foco convencional de 100 watts, que permitió mantener la temperatura constante en 23° C. Dentro de la jaula se colocaron ramas de cedro rojo (*Cedrela odorata*) con el fin de proveer refugio y protección al igual que un comedero y bebedero similares a los utilizados en la primera etapa (Figura 12).

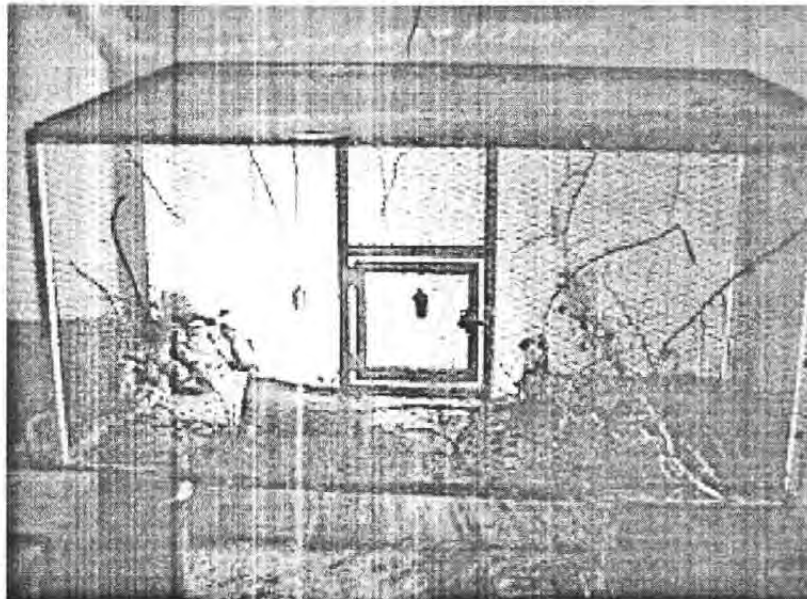


Figura 12. Jaula de acero y tela hexagonal con ramas y foco utilizada durante la fase 2 de iniciación en la crianza de polluelos de codorniz Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae montezumae*).

La fase 3 de iniciación comenzó a partir de la quinta semana de edad. En esta fase los pollos fueron alojados en una jaula construida con barrotes de varilla de acero (de $\frac{5}{8}$ de pulgada), techo de lámina de acero inoxidable y piso de criba



estañada (1 x 1 cm de apertura). Las dimensiones de esta jaula fueron: 0.7 m de frente, 1.10 m de fondo y 0.25 m de altura, con una cubierta lateral de 45 cm de largo compuesta por lámina de acero inoxidable. La jaula contenía dos comederos laterales tipo tolva de 67 cm de largo por 8 cm de ancho. De igual forma que en las fases anteriores se utilizó un bebedero de botellón de 1 L al que ya no se le agregaron piedras.

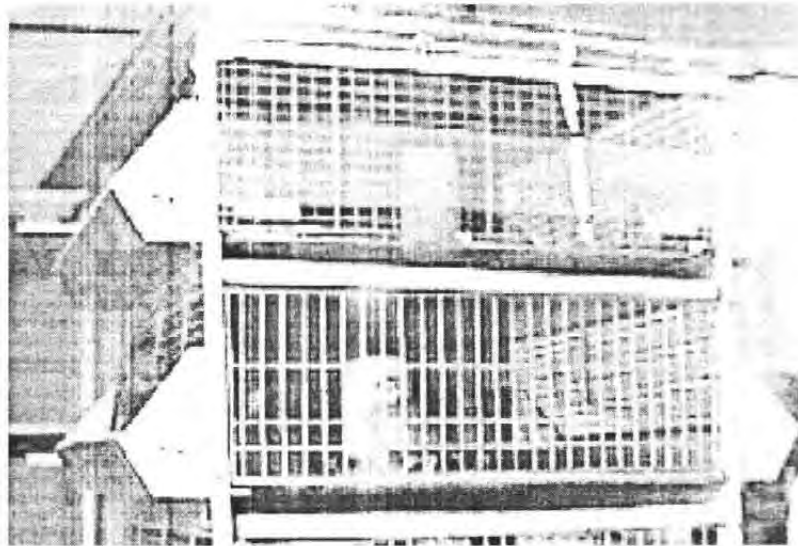


Figura 13. Jaula de acero con comederos laterales tipo tolva y bebedero de botellón usados durante la fase 3 de iniciación en la crianza de polluelos de codorniz Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae montezumae*).

La jaula se mantuvo dentro de la sala de crianza la que fue mantenida en penumbras la mayoría del tiempo. El fin de colocar a las codornices en estas jaulas fue el de procurar su adaptación a la temperatura ambiente para su posterior introducción a jaulas externas como rutinariamente se hace con la crianza de otras especies de aves de corral. En un lado de la jaula se colocó un foco convencional de 100 watts que se uso únicamente algunas veces como fuente de iluminación.

Durante toda la fase de iniciación (de un día hasta seis semanas de edad) suministramos alimento comercial en polvo (harina) para codornices en iniciación a libre acceso con 28% de proteína cruda (PC) y 3,100 Kcal de Energía



Metabolizable (EM)/kg.

El área se mantuvo limpia colocando periódicos bajo las jaulas y retirándolos dos veces al día. El piso de la jaula, por ser de malla, se mantuvo seco y se procuró mantenerlo libre de excremento apelmazado. La sala de crianza cuenta con un sistema de ventilación que permite evitar la concentración de nitrógeno amoniacal.

4.5.2. Desarrollo

En la fase de desarrollo (semana 6 a 16) alojamos a las aves en una jaula de vuelo externa que se encontraba a la intemperie; construida con una sola pared de tabique y parcialmente techada con lámina de asbesto. Sus dimensiones eran las siguientes: 3.4 m de frente por 4.5 m de fondo y 2.2 m de altura. Esta jaula estaba provista de una doble malla de gallinero traslapada para aminorar la apertura y así evitar escapes y entrada de depredadores. El techo de la jaula estaba forrado con la misma clase de malla colocada holgadamente para evitar impactos contra el techo. La jaula contenía en su interior ramas de cedro rojo (*Cedrela odorata*), ramas de huizache (*Acacia farnesiana*) y alfalfa (*Medicago sativa*), además de piedras que proporcionaban refugio para las codornices. El piso era de concreto y se utilizó cama de arena, debido a su permeabilidad y la ventaja de que puede ser removida periódicamente para desinfectar el piso (Figura 14).

Durante esta etapa se alimentó a las aves con alimento comercial para codornices reproductoras con 21% de proteína cruda (PC) y 3,200 Kcal de Energía Metabolizable EM/kg, con textura de migaja. El agua se surtió por medio de cuatro bebederos de tazón.



Figura 14. Parvada de codorniz común (*Colinus virginianus*) dentro de la jaula de vuelo externo con ramas.



V. RESULTADOS

5.1. Localización de parejas

En la primera búsqueda realizada en dos sitios ubicados en el noroeste del municipio de Aculco (El 120 y La Cofradía) el 1° de Junio de 2003, identificamos 34 individuos de *C. montezumae montezumae*. El 29 de junio, en los mismos sitios, contabilizamos 27 individuos, el 13 de julio 15 y el 1 de agosto localizamos 5 individuos (Cuadro 2). En estos 2 sitios observamos 26 parejas en cuatro visitas realizadas de junio a agosto.

Cuadro 2. Número de individuos de *C. m. montezumae* avistados durante la época reproductiva en el municipio de Aculco.

	Junio 1	Junio 29	Julio 13	Agosto 1
Machos	12	4	3	2
Hembras	4	1	2	1
Parejas	9	11	5	1
Total	34	27	15	5



Figura 15. Codorniz Moctezuma macho (*Cyrtonyx montezumae montezumae*) volando desde un encino.

En Rio Hoyo Buenavista y Tito's Ranch (San Felipe del Progreso), dos sitios ubicados a 1 Km de distancia entre sí, observamos 18 parejas durante tres búsquedas realizadas de junio a agosto. El 27 de junio de 2003 contabilizamos 10 parejas. El 23 de julio y el 6 de agosto observamos 4 (Cuadro 3.).

Cuadro 3. Número de individuos de *C. m. montezumae* observados durante la época reproductiva en Rio Hoyo Buenavista y Tito's Ranch (San Felipe del Progreso).

	Junio 27	Julio 23	Agosto 6
Machos	5	5	2
Hembras	0	4	2
Parejas	10	4	4
Total	25	17	12



Durante las búsquedas el comportamiento típico de las codornices fue el de mantenerse inmóviles y ocultas en la cobertura vegetal ante nuestra presencia, lo que dificultó su observación. Las codornices volaban únicamente cuando eran acechadas por los perros o cuando estaban a punto de ser pisadas. Sin embargo el 27 de junio durante una búsqueda realizada en Río Hoyo Buenavista, un macho de codorniz Moctezuma voló hacia nosotros, aterrizando a un par de metros y refugiándose en un zacatón. Lo buscamos en el sitio de aterrizaje y al visualizarlo aparentó estar muerto. Al intentar capturarlo huyó corriendo y se refugió en otro zacatón., a pesar de una intensa búsqueda, con los perros siguiendo su rastro, no pudimos localizarlo, solo encontramos una gran cantidad de plumas.

Al iniciar el recorrido de los trayectos en las primeras horas del día a inicios de junio, escuchábamos vocalizaciones (reclamos). Observamos que cuando una codorniz macho volaba (Figura 16) también lo hacía una hembra desde algún sitio cercano. Posteriormente, al retornar al punto de partida de los trayectos, las codornices volaban en parejas, lo que sugiere que las vocalizaciones que escuchábamos en la mañana eran emitidas por alguna codorniz macho para atraer la atención de la hembra.



Figura 16. Codorniz Moctezuma macho (*Cyrtonyx montezumae montezumae*) volando desde campos de cultivo.

5.2. Localización y caracterización de los nidos

En los meses de julio y agosto de 2003 encontramos 6 nidos de codorniz Moctezuma ubicados en 3 sitios (Cerro del Comal, San Francisquito y Yebucivi) dentro de 2 municipios (Aculco y Almoloya de Juárez) del noroeste del Estado de México (Cuadro 4). El tamaño promedio de la postura (n=4) fue de 10.3 huevos.



Cuadro 4. Nidos de codorniz Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae montezumae*) localizados en los meses de julio y agosto de 2003 en dos municipios del noroeste del Estado de México.

Nido	Fecha de localización	No. de huevos	Observaciones
YEB1	05-Jul-03	2	3 cascarones en el nido.
YEB2	05-Jul-03	0	Sin indicios de actividad.
SF1	20-Jul-03	11	Se recolectaron 10 huevos.
SF2	20-Jul-03	12	Se recolectaron 11 huevos.
CC	31-Ago-03	0	Hembra abandonando el nido.
SF3	31-Ago-03	16	Hembra incubando, no recolectamos los huevos. Nacieron al menos 15 polluelos.
Total	6	41	

CC = Cerro del Comal (Aculco)
 SF1 = San Francisquito 1 (Aculco)
 SF2 = San Francisquito 2 (Aculco)
 SF3 = San Francisquito 3 (Aculco)
 YEB1 = Yebucivi 1 (Almoloya de Juárez)
 YEB2 = Yebucivi 2 (Almoloya de Juárez)

El 5 de julio de 2003 localizamos los primeros nidos de codorniz Moctezuma, en Yebucivi (Almoloya de Juárez). El primer nido (YEB1) estaba construido en la base de un macollo de gramíneas. Dentro de éste encontramos dos huevos y tres cascarones. Recolectamos los dos huevos, pero debido a que su peso evidenciaba deshidratación, no fueron sometidos a incubación artificial. El segundo nido (YEB2) estaba a 1.5 m de distancia de YEB1, también fue construido en la base de un macollo de gramínea. Dentro del nido no encontramos huevos, cascarones o cualquier otro indicio de actividad (Figura 17).

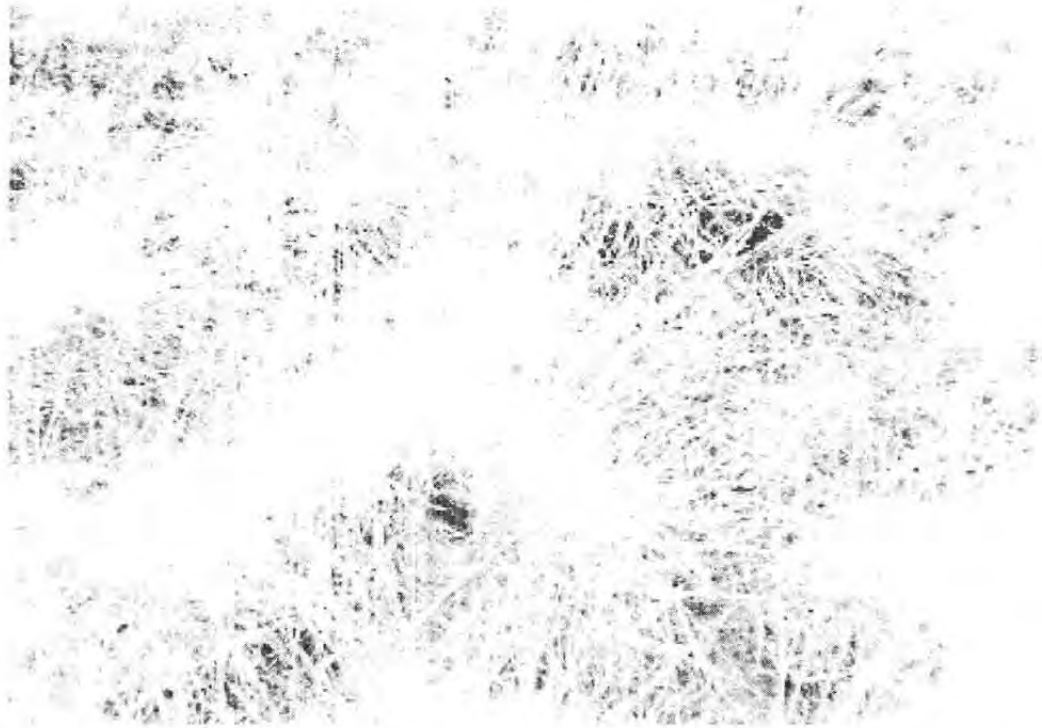


Figura 17. Nidos de codorniz Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae montezumae*) localizados en Yebucivi, Almoloya de Juárez.

El 20 de julio de 2003 encontramos dos nidos en San Francisquito (Aculco) (Figura 18). El primer nido (SF1) tenía 11 huevos, el segundo nido (SF2) contenía 12 huevos. Del nido SF1 colectamos 10 huevos y dejamos uno dentro del nido. Del nido SF2 colectamos 11 huevos y dejamos también uno dentro del nido. Los 21 huevos colectados de los dos nidos fueron posteriormente incubados artificialmente. El objetivo de dejar los dos huevos dentro de los nidos fue el de observar si la hembra reponía la postura, es decir, verificar si se presentaba el fenómeno de doble postura que en otras especies de codornices silvestres se reporta. Treinta días posteriores a su localización, ambos nidos fueron revisados y no se encontraron más huevos, únicamente los que habíamos dejado.



Figura 18. Nido de codorniz Moctezuma (*C. m. montezumae*) localizado en San Francisquito, Aculco.

El 23 de julio en Tito's Ranch (San Felipe del Progreso) encontramos un huevo sobre suelo desnudo, con las características (forma, tamaño y color) correspondientes con *C. montezumae*. Lo recolectamos y buscamos algún nido en un radio de 50 m alrededor del sitio de ubicación del huevo sin localizar alguno.

El 31 de agosto de 2003 localizamos otros dos nidos, uno en el Cerro del Comal (CC) y otro en San Francisquito (SF3), en el municipio de Aculco. En el nido CC observamos a la hembra abandonando el nido, el cuál estaba vacío. En el nido SF3 observamos a la hembra dentro del nido incubando los huevos. Para no interrumpir la incubación, decidimos geoposicionar el sitio y regresar al nido posteriormente. Revisamos este nido durante tres semanas (una visita por semana) con el objetivo de coincidir con la eclosión de la nidada. En una visita



posterior logramos observar al macho a una distancia aproximada de cinco metros del nido. Lo vigilamos durante una hora pero no observamos que participara en la incubación. La eclosión de esta nidada ocurrió el 20 de septiembre de 2003, contabilizando 21 días de incubación a partir de la localización del nido. El 100% de la nidada eclosionó y capturamos 15 polluelos en el momento de la eclosión que abandonaban el nido corriendo y produciendo vocalizaciones inmediatamente después de su eclosión. Determinamos que el tamaño de la postura fue de 16 huevos, por el número de cascarones que encontramos. Posteriormente estos polluelos fueron transportados a la UMA El Coterero para iniciar su crianza *ex-situ*. También constatamos que al igual que otras especies de codornices, los polluelos de *Cyrtonyx montezumae montezumae* rompen el cascarón con pequeños hoyos en línea, casi formando un círculo en el extremo apical del huevo (Figura 19).



Figura 19. Cascares de codorniz Moctezuma (*C. m. montezumae*) después de su eclosión (nido SF3).



Los nidos se localizaron a una altitud que varió de 2568 a 2692 msnm. Cuatro nidos (SF1, SF2, SF3 y CC) fueron localizados en zonas de pastizal y bosque de encino (PZ-BE) donde el porcentaje de pastizal era mayor al del bosque de encino. Los otros dos nidos (YEB1 y YEB2) estaban ubicados en la comunidad vegetal de pastizal (PZ). Los nidos YEB1 y YEB2 estaban construidos en la base de macollos de *Muhlenbergia* spp (Cuadro 5).

Cuadro 5. Características de los nidos de codorniz Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae montezumae*).

Nido	Coordenadas UTM*		Altitud (msnm)	Comunidad vegetal	Orientación de la entrada del nido
	X	Y			
YEB1	406103	2155199	2650	PZ ¹	SO
YEB2	406069	2155396	2650	PZ ¹	SO
SF1	424740	2225618	2589	PZ-BE ²	SE
SF2	424833	2226072	2568	PZ-BE ²	SO
CC	422177	2221766	2692	PZ-BE ²	SO
SF3	425102	2225155	2570	PZ-BE ²	E

Todos los nidos localizados estaban mimetizados con la vegetación circundante, y fueron construidos con pastos de gramíneas (*Muhlenbergia* spp.) además encontramos plumas coberteras del abdomen, pecho y muslos de la hembra. La forma característica de los nidos (similar a un cántaro) fue igual en todos los casos. La entrada es ovalada y continúa horizontalmente con un túnel, el cual termina ampliándose en una bóveda de forma redondeada y de dimensiones mayores a las del orificio de entrada. En esta bóveda son depositados los huevos y existe espacio suficiente para que la hembra realice la incubación (Figuras 20 y 21). Las dimensiones promedio del nido fueron: diámetro menor 139.6 mm, diámetro mayor 150.6 mm, altura 122.1 mm, profundidad 195 mm y grosor 30.8 mm (Cuadro 6).

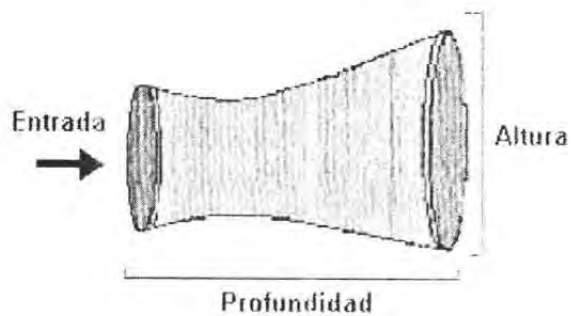


Figura 20. Diagrama general del nido de *C. montezumae montezumae*.

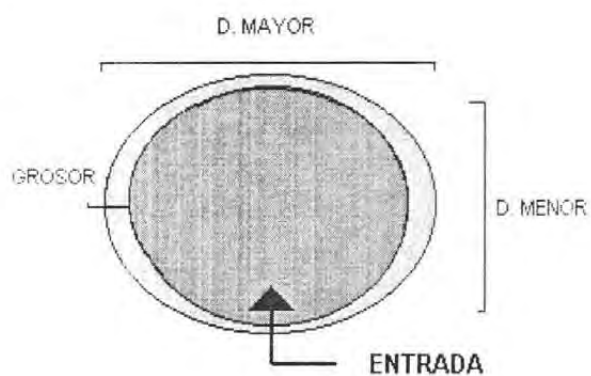


Figura 21. Diagrama de la entrada del nido de *C. montezumae montezumae*.

Cuadro 6. Dimensiones de los nidos de codorniz Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae montezumae*).

Nido	Diámetro menor (mm)	Diámetro mayor (mm)	Altura (mm)	Profundidad (mm)	Grosor (mm)
CC	90	105	121	162	26
SF1	90	101	121	280	23
SF2	184	162	111	143	14
SF3	140	140	135	134	25
YEB1	156	180	121	261	40
YEB2	178	216	124	190	57
Promedio	139.6	150.6	122.1	195	30.8
Desviación estándar	41.5	44.5	7.7	61.8	15.3
Intervalo de confianza	1	1.1	0.2	1.5	0.4

CC= Cerro del Comal (Aculco)

SF1= San Francisquito 1 (Aculco)

SF2= San Francisquito 2 (Aculco)

SF3= San Francisquito 3 (Aculco)

YEB1=Yebucivi 1 (Almoloya de Juárez)

YEB2=Yebucivi 2 (Almoloya de Juárez)

En las búsquedas realizadas a finales de junio y principios de julio encontramos algunos nidos de cuilacoche pico curvo (*Toxostoma curvirostre*) y de alondra cornuda (*Eremophila alpestris*) (Figura 22) a los que observamos entrar y salir de los nidos. También encontramos construcciones similares a nidos como echaderos, pasadizos o madrigueras de pequeños mamíferos, principalmente lagomorfos, que a diferencia de los nidos tienen orificios de entrada y salida. En el municipio de Timilpan encontramos un nido en construcción, aparentemente de codorniz Moctezuma, pero no se pudo localizar en visitas posteriores.

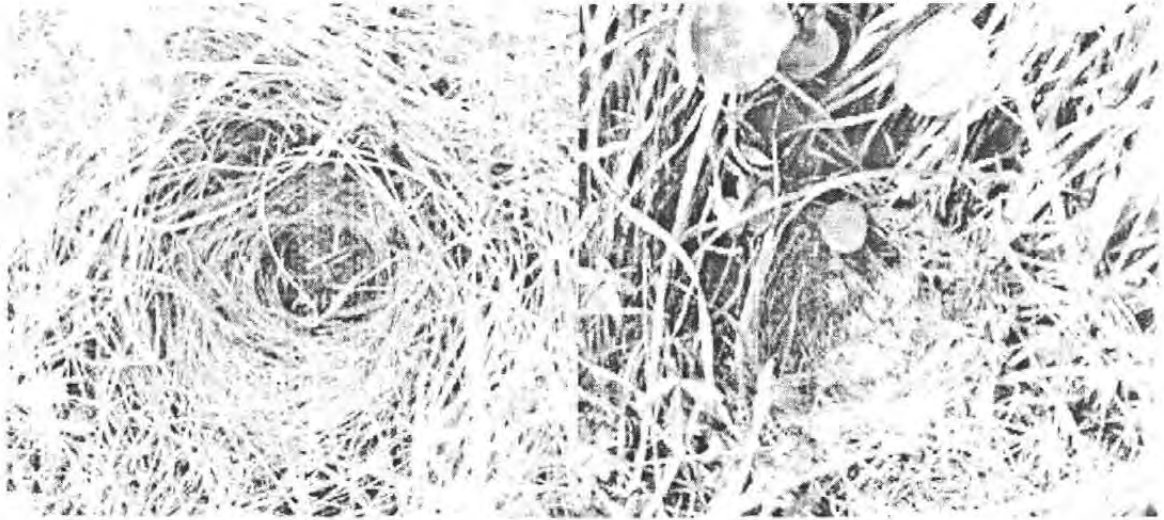


Figura 22. Nidos de cuillacoche pico curvo (*Toxostoma curvirostre*) y de alondra cornuda (*Eremophila alpestris*).

5.3. Caracterización de los huevos

En los meses de julio y agosto de 2003 localizamos 41 huevos provenientes de cuatro nidos (YEB 1, SF1, SF2 y SF3). De estos solo colectamos 25 huevos de tres nidos (YEB1, SF1, SF2) debido a que en SF1 y SF2 dejamos un huevo en cada uno y del nido SF3 no colectamos ningún huevo porque la hembra ya había iniciado la incubación.

La forma de todos los huevos varió de ovalada a piriforme, con el ápice más elongado que los huevos de codorniz mascarita (*Colinus virginianus ridgwayi*). El color varió de una tonalidad blanca opaca hasta blanco cremoso y sin pigmentaciones oscuras. La textura de la superficie de los huevos y cascarones era lisa (Figura 23).



Figura 23. Huevo de codorniz Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae montezumae*).

El tamaño promedio de los huevos (n=13) fue de 32.2 mm de diámetro mayor por 24.6 mm de diámetro menor. El peso promedio fue de 9.96 g (Cuadro 7).

Cuadro 7. Dimensiones y pesos de huevos de codorniz Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae montezumae*) n=13.

Huevo	Peso (g)	Diámetro (mm)	
		Mayor	Menor
1	9.1	31	23
2	9.3	33	23
3	9.2	32	24
4	9.6	33	25
5	10.2	33	25
6	10.4	33	25
7	10.8	33	25
8	10.4	32	25
9	10.6	32	25
10	9.4	32	24
11	10.9	33	25
12	10.7	32	24
13	9.0	30	23
Media	9.9	32.2	24.6
Desv. Est.	0.7	0.9	0.8



5.4. Incubación Artificial

De los 25 huevos recolectados, los 2 provenientes del nido YEB1 localizados el 5 de julio de 2003 no fueron sometidos a incubación artificial por estar deshidratados al momento de su recolección. De los nidos SF1 y SF2 recolectamos 11 y 12 huevos respectivamente. Estos 21 huevos localizados el 21 de julio de 2003 fueron sometidos a incubación artificial a partir del 22 de julio de 2003.

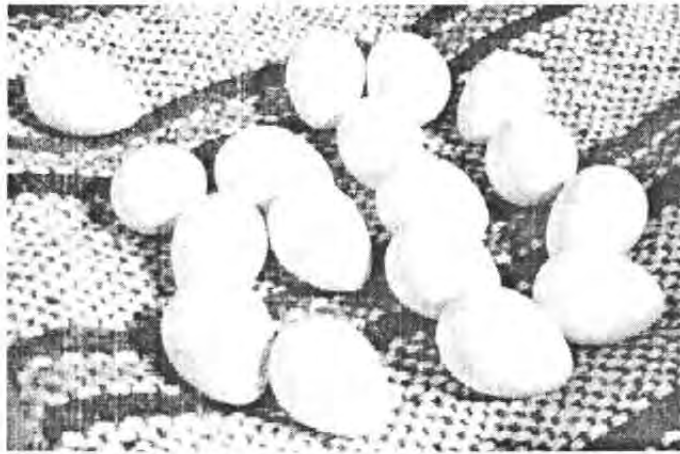


Figura 24. Huevos de codorniz Moctezuma (*C. m. montezumae*) antes de ser desinfectados.

Transcurridos 14 días de la incubación artificial se realizó un examen ovoscópico para determinar la fertilidad de los huevos. Detectamos 11 huevos infértiles, que fueron desechados para evitar fuentes de contaminación. Se continuó la incubación de los 10 huevos fértiles.

El día 22 de incubación comenzó la eclosión de 2 huevos. El 13 de agosto de 2003, a los 23 días de incubación, eclosionaron otros 4 huevos (Figura 25). Cuatro huevos no eclosionaron, lo que indica un 60% de incubabilidad.



Figura 25. Polluelos de codorniz Moctezuma (*C. m. montezumae*) recién eclosionados.

Dos de los huevos que no lograron eclosionar fueron remitidos al Departamento de Producción Animal (Aves) de la FMVZ-UNAM, donde se realizó un embriodiagnóstico. Los resultados indicaron deshidratación completa y contaminación por *Aspergillus* en uno de ellos. El otro huevo presentó contaminación bacteriana y no se detectó desarrollo embrionario.

También se hizo embriodiagnóstico a los 2 huevos que fueron dejados en los nidos SF1 Y SF2 localizados el 11 de julio de 2003 y recuperados el 31 de agosto del mismo año. El reporte indicó desarrollo embrionario aproximado de 11 y de 7 días respectivamente.



El huevo localizado sobre suelo desnudo en Tito's Ranch fue sometido a incubación artificial el 25 de julio de 2003, tres días después explotó en la incubadora.

5.5. Crianza *ex-situ*

La primera parvada integrada por 6 polluelos (Figura 26) inició la crianza el 15 de agosto de 2003. Los 6 polluelos fueron pesados al día de edad (Cuadro 8 y Figura 27). El peso promedio fue de 7.25 g (± 0.17). Cuando se colocaron fuera de la caja en la que fueron transportados a la sala de crianza intentaron huir, piaban incesantemente y se alteraron ante la falta de cobertura. Al ser colocados nuevamente en la caja buscaron cobertura bajo el papel. Ya dentro de la criadora de madera los polluelos se ocultaron rápidamente entre las ramas y la maleza, buscando cobertura y refugio (Figura 28). En ocasiones posteriores fue muy difícil observarlos descubiertos, excepto cuando se alimentaban (Figura 29).



Figura 26 Polluelos de codorniz Moctezuma (*C. m. montezumae*) de un día de edad (Parvada 1).



Figura 27. Polluelo de codorniz Moctezuma (*C. m. montezumae*) antes de ser pesado.

Cuadro 8. Pesos de los polluelos de codorniz Moctezuma (*C. m. montezumae*) de un día de edad (n = 6).

Individuo	Peso (g)
1	7.0
2	7.3
3	7.5
4	7.3
5	7.3
6	7.1
Promedio	7.2
Desviación Estándar	0.1

El alimento les fue ofrecido sin restricción, al momento de concurrir al comedero mostraban una actitud agresiva, disputándose el alimento e incluso



picoteándose entre si. La presencia de humanos era poco tolerada, en el momento que percibían una sombra a través de la ventana de la criadora, se dispersaban buscando refugio.

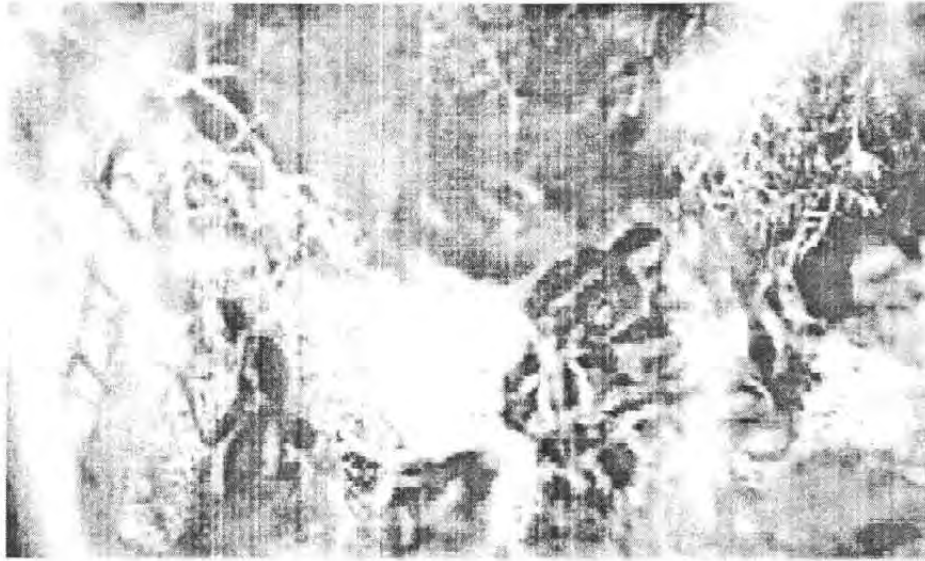


Figura 28. Parvada de *C. m. montezumae* buscando cobertura bajo las ramas colocadas dentro de la criadora de madera.



Figura 29. Parvada de *C. m. montezumae* después de beber agua.



A las cuatro semanas de edad fue necesario atrapar a los polluelos para ser trasladados a la jaula de iniciación 2. La captura e introducción a la nueva jaula representó una alteración considerable para los polluelos, pero no ocurrieron decesos durante la maniobra. Los polluelos se refugiaron bajo las ramas colocadas dentro la jaula inmediatamente después de ser introducidos en ella. El comportamiento de los polluelos en la fase 2 de iniciación fue similar al de la fase 1, a excepción de que fue más fácil observar a las codornices fuera de la cobertura que en la fase 1 de iniciación.

Cuando los polluelos cumplieron cinco semanas de edad fue posible hacer la diferenciación sexual a partir de la observación de la coloración de su cara y garganta. En los machos se comenzaba a marcar la "máscara" de tonos rojizo-claro en lo que posteriormente se tornaría blanco. La cabeza marcaba un incipiente penacho y el vientre y muslos estaban ya cubiertos de plumas negro-ceniza, el pecho aún conservaba una coloración rojiza-pardusca mientras la espalda mantenía un color negro-rojizo.



Figura 30. Codorniz Moctezuma macho (*C. m. montezumae*) a las cinco semanas de edad.



Las hembras presentaban una apariencia muy similar al macho, excepto que su coloración era ligeramente más clara, además de tener las plumas de la cabeza rojizas, manteniendo el mismo patrón de coloración en el pecho que el macho, destacando la ausencia de penacho y marcas conspicuas. Con esta información identificamos 2 codornices machos y 4 hembras, lo que corresponde a una relación machos-hembras de 33/67.

La fase 3 de iniciación comenzó a la quinta semana de edad. En esta etapa mantuvimos a las codornices a temperatura ambiente. De esta manera se consideró que estaban preparados para ser trasladados a las jaulas exteriores de desarrollo.

Al finalizar las 3 fases de iniciación, la tasa de supervivencia obtenida fue del 100%. Al trasladar a la parvada a las jaulas de vuelo externas (a las 6 semanas de edad) ocurrió el único deceso en ésta etapa, debido a un traumatismo craneoencefálico ocasionado por el impacto de una codorniz contra la estructura de la jaula. La tasa de supervivencia durante la etapa de crianza de ésta parvada fue de 84%.

Comenzando la fase de desarrollo se cambió el alimento de iniciación por uno con menor porcentaje de proteína. El cambio se hizo gradualmente, de tal manera que en el primer día se mezcló una quinta parte del nuevo alimento con cuatro partes del alimento de iniciación y de esta forma al quinto día consumían únicamente el nuevo alimento.

El día 20 de septiembre de 2003 se comenzó a criar una segunda parvada compuesta por 15 polluelos. Esta provenía de un nido que fue incubado naturalmente por la hembra. Inmediatamente después de la eclosión se logró capturar a 15 polluelos de una nidada de 16. Debido al estrés al que fueron



sometidos desde su captura se decidió transportarlos directamente desde el sitio de su eclosión hasta la sala de crianza y colocarlos dentro de la criadora sin pesarlos.

Las etapas de iniciación y desarrollo se sucedieron sin contratiempos y se observó un comportamiento similar al de la primera parvada criada. En este grupo no se presentó mortalidad en fase alguna de la crianza (100% de supervivencia) La diferenciación sexual de ésta parvada, al igual que en la primera, fue posible a las cinco semanas de edad por las diferencias en la coloración del plumaje entre machos y hembras. Se determinó que la parvada estaba integrada por 9 machos y 6 hembras, lo que resulta en una relación de sexos de 60/40 respectivamente. La relación de sexos para la población (n=21) fue de 11 machos y 10 hembras (52/48).



VI. DISCUSIÓN

A pesar de la dificultad que representa el localizar nidos de *Cyrtonyx montezumae* en vida libre (Leopold y McCabe 1957, Stromberg 2000) es destacable que en dos meses (Julio-Agosto) encontráramos seis nidos.

A inicios de junio observamos las primeras parejas de *Cyrtonyx montezumae montezumae*, esto difiere con lo reportado por Wallmo (1954) y Bishop (1964) que indican que las primeras parejas de *Cyrtonyx montezumae mearnsi* en Arizona se forman a finales de febrero e inicios de marzo. Por otro lado, las fechas de construcción del nido e inicio de la postura coinciden con lo reportado por Leopold y McCabe (1957).

Respecto al comportamiento de los machos y hembras en la época reproductiva pudimos constatar algunas conductas reportadas por Leopold y McCabe (1957) y Stromberg (2000), como el canto o reclamo emitido por los machos para atraer a las hembras. Un hecho relevante que ocurrió durante una búsqueda en La Cofradía (Aculco) fue el observar a un macho posado sobre un encino ya que no existen reportes publicados que indiquen que la codorniz Moctezuma se emplace en los árboles (Stromberg 2000). Otro suceso inédito ocurrió cuando rastreábamos a un individuo macho que voló y aterrizó cerca de nosotros dejando como rastro muchas plumas, este comportamiento sugiere la cercanía de un nido activo o de sus crías, aunque no logramos observarlo. El desplume es una estrategia de defensa común en columbiformes, pero no ha sido reportada en codornices.

Todos los nidos se localizaron únicamente en dos de los ocho municipios (Aculco y Almoloya de Juárez) en donde se realizaron las búsquedas. Estos sitios comparten características (cobertura, hábitat, baja presión de pastoreo) muy



similares. Incluso en Yebuciví, Almoloya de Juárez, dos nidos se encontraron a tan solo 1.5 m de distancia entre ellos. Habría que considerar si la distribución histórica de la especie y de la masa forestal es fundamental para poder concluir si se encuentran en este sitio por una preferencia específica de hábitat por cubrir sus necesidades de alimento y cobertura o porque el deterioro del mismo no les permite una distribución espacial más amplia.

Observamos que la comunidad vegetal presente en todos los sitios de anidamiento fue el pastizal, que todos los nidos compartieron la misma forma característica y que utilizaron como material de construcción la misma especie de pasto (*Muhlenbergia* spp.), tal vez por localizarse en sitios con altitud poco variable (de 2570 a 2692 msnm).

Los nidos de *C. montezumae montezumae* se caracterizaron y geo referenciaron por primera vez de acuerdo a la comunidad vegetal donde se localizaron, dimensiones, altitud y orientación de la entrada. Falvey (1936) reporta únicamente las medidas del ancho y altura del nido y menciona que tienen una profundidad variable. Lo hallado en el presente estudio coincide y aporta en información acerca de dimensiones como la profundidad de los nidos que varió de 134 a 280 mm.

El tamaño de postura observado en tres de los seis nidos localizados (11, 12 y 16 huevos), coincide con el rango y promedio de postura reportado por Leopold y McCabe (1957). En un par de nidos se dejó un huevo, de ellos no se derivó una nueva postura y aparentemente la anidación de estos huevos no continuó ya que el desarrollo de los embriones se interrumpió. Sin embargo, esto no es concluyente con respecto al fenómeno de reposición de postura en esta especie, al menos *in-situ*. En otro nido donde fue incubada una puesta de 16 huevos en condiciones naturales, corroboramos la actitud precoz de los polluelos



al eclosionar, quienes abandonaron el nido inmediatamente, buscando cobertura y manteniéndose inmóviles ante la presencia de posibles depredadores.

Observamos que las características físicas (forma, peso, dimensiones, color y textura) de los huevos de *Cyrtonyx montezumae montezumae* recolectados en el Estado de México, son similares a las reportadas por Bent (1932) y Leopold y McCabe (1957), los que caracterizaron huevos de *Cyrtonyx montezumae mearnsi* en el noroeste de Chihuahua, México, y sureste de Arizona, Estados Unidos.

No fue posible evidenciar la participación del macho en la incubación de los huevos. Sin embargo, si observamos en dos casos una aparente actitud protectora del nido por parte del macho con el fin de alejarnos del nido.

La incubación artificial se desarrolló aplicando el protocolo propuesto para otras especies de codornices con aceptables resultados, partiendo del hecho de desconocer si en el momento de la colecta de huevos, éstos ya habían comenzado a ser incubados por la hembra. El haber obtenido un 60% de incubabilidad plantea la necesidad de realizar embriodiagnóstico *in-situ* para que no se comprometan nidadas que se puedan reproducir con mayor éxito de manera natural.

El peso promedio de seis polluelos de un día de edad (7.25 ± 0.17 g), es similar al peso reportado por Leopold y McCabe (1957). Debido al dimorfismo sexual de la especie, expresado en el patrón de coloración del plumaje, fue posible determinar el sexo de las codornices a las cinco semanas de edad. La relación de sexos que se observó en la parvada de 21 codornices (relación machos-hembras 52/48), es semejante a lo reportado por Stromberg (2000).

En lo referente al comportamiento de los polluelos durante la crianza *ex-*



situ observamos la fuerte dependencia a la de cobertura desde el momento de la eclosión. El grado de tensión en los polluelos esta directamente relacionada con la presencia o ausencia de cobertura y la posibilidad de ocultarse en esta. En fases posteriores, la necesidad de cobertura se acentuó y el nerviosismo predominó ante la presencia de personas, objetos o circunstancias no conocidas por las codornices.

Fue determinante la presencia de ramas, hojas y piedras dentro de la criadora, jaulas de iniciación y desarrollo. La presencia de cobertura aún de forma artificial, facilitó la adaptación de las codornices a las condiciones de cautiverio; debido probablemente a que ésta les proporcionó refugio lo que disminuyó la tensión en las aves. Consideramos que las dimensiones y materiales empleados para la confección de las jaulas fueron adecuados, pues permiten su desinfección total además de que no se tuvieron fugas de especímenes, muertes por traumatismos ni lesiones en patas. El evitar al máximo la manipulación de las codornices fue determinante para promover condiciones de confort, esto nos dio un éxito de entre el 84 y 100% de supervivencia.

Se verificó que las codornices aceptaran el alimento comercial en dos tamaños distintos de partícula (harina y migaja) sin que esto les significara detrimento alguno en el consumo. Se observó también que aprendieron a obtener agua de los bebederos sin ningún inconveniente.

Aunque no fue posible realizar un seguimiento del peso y estimación de la condición corporal por palpación en los ejemplares, el hecho de que el consumo de alimento fue constante y la ausencia de alteraciones gastrointestinales indican que la dieta provista resulta adecuada para efectuar la crianza *ex-situ*. Para observar los efectos de la dieta en relación a la condición corporal y salud reproductiva, es necesario continuar con estas observaciones algunos periodos más.



VII. CONCLUSIONES

El estudio permitió caracterizar las condiciones de anidamiento de la codorniz Moctezuma (*C. montezumae montezumae*) en el noroeste del Estado de México, encontrando al pastizal como comunidad vegetal predominante para su anidamiento a una altitud entre los 2500 y los 2700 msnm.

Se realizó la primera caracterización en la subespecie *montezumae* de las dimensiones del nido, material de construcción, así como de la postura y de los huevos.

Se logró la incubación artificial exitosa de huevos de *Cyrtonyx montezumae montezumae* teniendo como referencia el protocolo de incubación aplicado en *Colinus virginianus*.

Al proporcionar cobertura (ramas, piedras) a las codornices desde sus primeras etapas de vida y hasta la madurez sexual pudimos obtener éxito en la crianza en cautiverio. En dos parvadas criadas (21 pollos) hubo solamente un deceso, resultando un índice total de sobrevivencia de 95%.

Se logró identificar la edad en la que se presenta la diferenciación sexual, ocurriendo esto a partir de las 5 semanas de edad.

Finalmente, la factibilidad de incubación y crianza de codorniz Moctezuma (*C. montezumae montezumae*) en cautiverio fue probada, lo cual constituye una contribución sobresaliente a una de las etapas necesarias para la conservación de la especie.



VIII. REFERENCIAS

Albers, R. P.; Gehlbach, F. R. (1990): "*Choices of feeding habitat by relict Montezuma quail in Central Texas*". Wilson Bulletin, (102): 300-308.

American Ornithologists' Union, AOU. (1983): "*Check-list of North American Birds*". 6a ed. American Ornithologists' Union, Washington, D.C., E U A.

Arizmendi, M. C.; Márquez, V. L. (eds.) (2000): "*Áreas de importancia para la conservación de las aves de México*". Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves, A. C. CIPAMEX. México, D.F., México.

Balboa, G. M. (2002): "*La codorniz silvestre: su cría y adaptación a la vida silvestre*". Gobierno del Estado de Guanajuato. Guanajuato, México.

Bent, A. C. (1932): "*Life histories of North American birds*". U. S. Natural Museum Bulletin. (162): 84-90.

Bishop, R. A. (1964): "*The Mearns Quail (Cyrtonyx montezumae mearnsi) in southern Arizona*". M. S. thesis, University of Arizona, Tucson.

Bishop, R. A.; C. R. Hungerford (1965): "*Seasonal food selection of Arizona mearns quail*". Journal of Wildlife Management, (4): 813-819.



Birkenstein, L. R.; R. E. Tomilson (1981): "*Native names of Mexican birds*". Resource Publication 139, Fish and Wildlife Service, U.S. Dept. of the Interior.

Brown, D. E. (1979): "*Factors influencing reproductive success and population densities in Montezuma quail*". Journal of Wildlife Management. (2): 522-526.

Brown, R. L. (1978): "*An ecological study of Mearns' quail*". Final Report. Proj. W-78-R-22, WJ1, Arizona Game and Fish Department. Arizona, U.S.A.

Brown, R. L. (1982): "*Effects of livestock grazing on mearns quail in southeastern Arizona*". Journal of Range Management, (1): 727-732.

Carroll, J. P. (1995): "*Status of conservation of neotropical quails*"; en Bissonette, J. A.; Krausman eds.: *Integrating People and Wildlife for a Sustainable Future*. Proceeding of the First International Wildlife Management Congress. The Wildlife Society. Bethesda, U.S.A.

Ceballos, G.; Márquez, V. L. (coordinadores) (2000): "*Las aves de México en peligro de extinción*". Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad CONABIO, Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México UNAM, Fondo de Cultura Económica FCE. México, D.F., México.

CIPAMEX, (1989): "*Aves mexicanas posibles de clasificarse como amenazadas o en peligro de extinción*". Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves, A. C.



CIPAMEX, México, D.F.

De Graaf, R. M.; Scott, V. E.; Hamre, R. H. (1991): "*Forest and rangeland birds of the United States: Natural history and habitat use*". Agriculture. Handbook. 688. U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Washington, D. C., USA.

Ehrlich, R. P.; Dobkin, S. D.; Wheye, D. (1988): "*The birder's handbook: a field guide to the natural history of North American birds*". Simon & Schuster Inc. New York. USA.

Escalante, P. P.; Navarro, A. G.; Peterson, A. T. (1993): "*A geographic, ecological and historical analysis of land bird diversity in México*". Pp 281-307, en: *Biological diversity of Mexico: origins and distributions*. (Ramamoorthy, T. P.; Bye, R. A.; Lot, J. F. eds.). Oxford University Press, Oxford, Gran Bretaña.

España, P. J. (1978): "*La codorniz y otras aves afines: su biología y caza*". 2ª ed. Editorial Pulide, Barcelona, España.

Espinosa, G. F.; Sarukhán, J. (1997): "*Manual de Malezas del Valle de México*". Serie Texto Científico Universitario, UNAM - Fondo de Cultura Económica, México, D. F., México.

Falvey, E. B. (1936): "*His majesty, the Mearn's quail*". Game Breeder and Sportsman. (40): 226-227.

Frankel, O. H.; Soulé, E. M. (1981): "*Conservation and evolution*". Cambridge University Press. Great Britain.



Gómez, de S. H.; Oliveras, de I. A., (eds) (2003): "*Conservación de aves, experiencias en México*". Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves, A. C. CIPAMEX. México, D.F.

Heffelfinger, J. (1997): "*Age Criteria for Arizona Game Species*". Special Report No. 19. Arizona Game and Fish Department, Phoenix, Arizona. USA.

Herrera, H. J.; Mendoza, M. G.; Hernández, A. (1998): "*La ganadería familiar en México*". Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. ISBN. Aguascalientes, Aguascalientes, México.

Howell, S. N. G.; Webb, S. (1995): "*Guide to the birds of Mexico and northern Central America*". Oxford University Press, New York, EUA.

Ibarra, Z. S. (2001): "*Estudio de la población de codorniz Moctezuma (Cyrtonyx montezumae) en la región noroeste del Estado de México*". Tesis de Maestría. Especialidad en Ganadería, Área de Fauna Silvestre. Colegio de Postgraduados.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática INEGI (1987): "*Síntesis Geográfica del Estado de México*". INEGI, Toluca, México; México.

Instituto Nacional Indigenista INI (2000): "*Estado del desarrollo*



de los pueblos indígenas de México 1996-1997". Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD. México, D. F., México.

Johnsgard, P. A. (1988): "*The quails, partridges, and francolins of the world*". Oxford University Press. Oxford, Gran Bretaña.

Leopold, A. S. (1990): "*Fauna Silvestre de México: Aves y Mamíferos de Caza*". 3ª ed. Ediciones Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México, D.F., México.

Leopold, A. S.; Hernández, M. L. (1944): "*Los recursos biológicos de Guerrero con referencia especial a los mamíferos y aves de caza*". Anuario. Coordinación de la Investigación Científica.

Leopold, A. S.; McCabe, R. A. (1957): "*Natural history of the Montezuma quail in México*". Condor, (59): 3-26.

Ligon, J. S. (1927): "*Wildlife of New Mexico, its conservation and management*". New Mexico State Game Commission; Santa Fe, E.U.A.

Márquez, M. A., (1995): "*Las aves en el código florentino*". Veterinaria México. 26(2): 87-93.

Martin, A. C.; Zim, H. S.; Nelson, A. L. (1951): "*American wildlife and plants*". McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, USA.

Martínez, M.; Matuda, E. (1979): "*Flora del Estado de México*". Biblioteca Enciclopédica del Estado de México. Toluca, México; México.



Masera, M. (1996): "*Deforestación y Degradación Forestal en México*". Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada GIRA A. C. Michoacán, México.

Meffe, K. G.; Carroll, C. R. (1994): "*Principles of Conservation Biology*". Sinauer Associates Inc. Sunderland, Massachusetts, USA.

Miller, L. (1943): "*Notes of the Mearns's quail*". Condor, (45): 104-109.

Mittermeier, R. A.; Goettsch de M. C. (1992): "*La importancia de la diversidad biológica de México*". pp 63-67; en: Sarukhán, J.; Dirzo, R. (eds.): "*México ante los retos de la biodiversidad*". Conabio. México, D. F.

National Geographic Society (1983): "*Field guide to the birds of North America*". Library of Congress, Washington, D. C. USA.

National Geographic Society (1991): "*Field guide to the birds of North America*". Library of Congress, Washington, D.C. USA.

Navarro A. G., Hernández E. B. Benitez D. H. (1993): "*Las aves del estado de Querétaro, México*". Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. México, D.F.

Odum, E. (1995): "*Ecología, peligra la vida*". 2ª ed. Ed. Interamericana. México, D. F. México.

Pray, L. (1909): "*Adult male Mearns's quail (frontispiece)*". Condor,



(11): 38.

Rzedowski, J. (1983): "*Vegetación de México*". Ed. Limusa. México, D. F., México.

Rzedowski, G.; Rzedowski, J. (1985): "*Flora fanerogámica del Valle de México*". Ed. CECSA. México, D. F. México.

Sánchez, O. (1984): "*La flora del valle de México*". 6a ed. La Prensa. México, D. F., México.

Schemnitz, S. D. (1994): "*Scaled quail*". en: Poole, A., y Gill, F. Edits. *The Birds of North America*. 106. U.S.A.

Secretaría de Desarrollo Social. (2001): "Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL". Diario Oficial de la Federación. Mayo, México, D. F.

Sibley, C. G.; Monroe, B. L., Jr. (1990): "*Distribution and taxonomy of the birds of the world*". Yale University Press., New Haven. USA.

Stromberg, M. R. (1990): "*Habitat, movements and roost characteristics of Montezuma quail in southeastern Arizona*". *Condor*, (92): 229-236.

Stromberg, M. R. (2000): "*Montezuma quail*". *The Birds of North America*, (524): 1-20.

Swarth, H. S. (1909): "*Distribution and molt of the Mearns' quail*".



Condor, (2): 39-43.

Tapia, R. J.; Ibarra, Z. S.; Mendoza, M. G.; Zaragoza, H. C.; Clemente, S. F. Tarango, A. L. (2002): "*Densidad poblacional de la codorniz Moctezuma (Cyrtonyx montezumae) en la región noroeste del Estado de México*". Veterinaria México; 33 (3): 255-263.

Terres, J. K. (1980): "*The Audubon Society encyclopedia of North American birds*". Alfred A. Knopf ed, New York, USA.

Valadéz, A. R., (1994): "*Religión y domesticación animal en Mesoamérica*". Veterinaria México. 25 (4): 303-308.

Velázquez, G. G. (1990): "*La tragedia del Estado de México*". En PROBOSQUE, Apuntes para la historia forestal del Estado de México. Gobierno del Estado de México, México.

Vizcaíno, A.; Ceballos, G. (1992): "*Tierra Antigua*". Gobierno del Estado de México, Toluca, México.

Wallmo, O. C. (1954): "*Nesting of Mearns quail in southeastern Arizona*". Condor, (56).

Wilson, E. O. (ed.) (1988): "*Biodiversity*". National Academic Press. Washington, D.C., USA.

Yeager, W. M. (1967): "*Mearns quail management information*". Arizona Game and Fish Department. Project W-53-R-17, Work plan. Arizona, U. S.



Zaragoza, C. (2001a): "*Biodiversity of Montezuma quail's (Cyrtonyx montezumae) habitat in the State of Mexico*". Abstracts of The Wildlife Society 8th Annual Conference., Reno/Tahoe, Nevada: 309.

Zaragoza, C. (2001b): "*Montezuma quail (Cyrtonyx montezumae) diet in the northwest of the State of Mexico*". Abstracts of The Wildlife Society 8th Annual Conference., Reno/Tahoe, Nevada: 309-310.