

Veterinaria México

Volumen
Volume 33

Número
Number 3

Julio-Septiembre
July-September 2002

Artículo:

Densidad poblacional de la codorniz
Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae*) en
la región noroeste del Estado de México,
México

Derechos reservados, Copyright © 2002:
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM

Otras secciones de
este sitio:

- 👉 Índice de este número
- 👉 Más revistas
- 👉 Búsqueda

*Others sections in
this web site:*

- 👉 *Contents of this number*
- 👉 *More journals*
- 👉 *Search*



medigraphic.com

Densidad poblacional de la codorniz Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae*) en la región noroeste del Estado de México, México

Population density of Montezuma quail (*Cyrtonyx montezumae*) in the northeastern region of the State of Mexico, Mexico

Jaime Tapia Robles*
Salvador Ibarra Zimbrón**
Germán David Mendoza Martínez**
Cecilia Zaragoza Hernández**
Fernando Clemente Sánchez***
Luis Antonio Tarango Arámbula***

Abstract

This study was conducted in order to determine the population density of the Montezuma quail (*Cyrtonyx montezumae*) in the northwest region of the State of Mexico. The study area was defined as the II game region of the 1997 hunting calendar 1997. The sampling size included 249 700 ha: 73% forest- and 27% range-land; these areas were considered as the strata. Twenty-two units were sampled by conventional transects (5 km length and 50 m width) with pointing dogs. Quails were counted at each site, and were particularly found in pine-oak ecosystems with a population density of 0.0466 quail/ha in forest areas and 0.00089 quail/ha in range lands. Population density (quail/ha) by county was: 0.1420 in Aculco; 0.2283 in Almoloya de Juárez; 0.1071 in Atlacomulco; 0.2044 in Ixtlahuaca; 0.1363 in Morelos; 0.2777 in San Felipe del Progreso, and 0.1250 in Temascalcingo. This study is the first population estimate of the Montezuma quail in the State of Mexico in Mexico.

Key words: MEARN'S QUAIL, *CYRTONYX MONTEZUMAE*, POPULATION DENSITY.

Resumen

El presente estudio se realizó para determinar la densidad poblacional de la codorniz Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae*) en la región noroeste del Estado de México, México. El área de estudio correspondió a la región cinegética II del calendario cinegético 1997, con un marco de muestreo de 249 700 ha, 73% forestal y 27% pastizales, mismos que fueron considerados como estratos. Se realizó un muestreo en 22 unidades, en las cuales se realizaron transectos de 5 km de longitud por 50 m de ancho, con el apoyo de perros de muestra. En cada sitio se contabilizaron las codornices observadas y se midió la distancia perpendicular del sitio de vuelo u observación a la línea del transecto. Los resultados indicaron que la mayor densidad (codornices/ha) ocurrió en sitios de transición bosque de pino-encino y matorral xerófilo, con una densidad poblacional de 0.0466 codornices/ha en el estrato forestal y 0.00089 codornices/ha en el estrato pastizal. La densidad por municipio

Recibido el 22 de noviembre de 2001 y aceptado el 13 de febrero de 2002.

* Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

** Programa de Ganadería, Colegio de Postgraduados, Carretera México-Texcoco, km 36.5, Montecillo, 56230, Estado de México, México, Tel. (01) 595 95 2 02 79, ext. 1716.

*** Área de Fauna Silvestre, Campus-San Luis Potosí, Colegio de Postgraduados, Iturbide 73, Salinas, San Luis Potosí, 78600, México.

fue: 0.1420 en Aculco; 0.2283 en Almoloya de Juárez; 0.1071 en Atlacomulco; 0.2044 en Ixtlahuaca; 0.1363 en Morelos; 0.2777 en San Felipe del Progreso y 0.1250 en Temascalcingo. Este estudio constituye la primera estimación de densidad poblacional de la codorniz Moctezuma en el Estado de México, México.

Palabras clave: CODORNIZ MOCTEZUMA, *CYRTONYX MONTEZUMAE*, DENSIDAD POBLACIONAL.

Introduction

Mexico occupies the tenth place in diversity of birds with 1 150 species,¹ among these is the Montezuma quail (*Cyrtonyx montezumae montezumae*), a traditional and culturally important species which is also an important source of protein for rural communities. There is some evidence that this species has been raised in captivity since the pre-Columbian period.^{2,3}

This species inhabits pine-oak ecosystems;^{4,5} Leopold and McCabe⁴ realized that the quail was one of the main wildlife indicators of environmental quality in these kind of habitats.

Cyrtonyx montezumae, in the State of Mexico, faces problems of habitat reduction due to agricultural and urban development, industrial pollution and sheep overgrazing⁶ which seriously impacts this species given that it nests on the ground and its eggs, escape and nesting cover are destroyed by livestock trampling.⁷ Slobodokin⁸ mentions that this species is a candidate to be included in the list of species threatened with extinction. In general, the compiled and published information about this species in Mexico is limited, therefore, little is known about its current distribution and abundance in the southcentral region of Mexico.⁹ The aim of this study was to conduct a diagnosis about the population density of the Montezuma quail in the northeastern region of the State of Mexico.

Materials and methods

The study area was defined as Game Region II of the 1997 Hunting Calendar and was selected based upon quail sightings by hunters. The study area borders to the north, with Queretaro and Hidalgo, to the east with Hidalgo and the Mexico-Queretaro freeway, to the south with the Toluca-Zitacuaro and Toluca-Naucaipan freeways and to the west with Michoacan (Figure 1).

The study area encompassed 8 600 Km² and included approximately 37% of the area of the State of Mexico comprising 16 of 122 counties.¹⁰ The pine-oak ecosystems are still dominant in the study area, mainly in those regions with temperate, sub-humid, sub-warm and semidry climate. The dominant tree

Introducción

México ocupa el décimo lugar en diversidad de aves con 1150 especies,¹ entre ellas figura la codorniz Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae montezumae*), una especie tradicional y culturalmente importante que constituye además una fuente importante de proteína para algunas comunidades rurales; se tienen evidencias de su aprovechamiento en cautiverio desde la época precolombina.^{2,3}

Esta especie habita bosques de pino-encino;^{4,5} y Leopold y McCabe⁴ reconocieron que la codorniz constituía uno de los principales indicadores faunísticos de la calidad ambiental en los principales ecosistemas de pino-encino.

La *Cyrtonyx montezumae* en el Estado de México, México, enfrenta problemas de reducción de su hábitat ocasionada por la expansión agrícola y urbana, la contaminación industrial y el sobrepastoreo por ovinos,⁶ el cual ejerce un impacto serio sobre la especie ya que anida en el suelo y comúnmente sus huevos son destruidos por el pisoteo del ganado,⁷ así como el impacto que éste tiene sobre la cobertura de anidación y de escape. Slobodokin⁸ menciona que esta especie es candidata a ser incluida en la lista de especies susceptibles de extinción. En general, la información recabada y publicada sobre la especie es limitada y, como consecuencia, poco se conoce acerca de su distribución y abundancia actual en la región centro-sur del país.⁹ El objetivo del presente estudio fue realizar un diagnóstico sobre la densidad de codorniz Moctezuma, en la región noroeste del Estado de México.

Material y métodos

El área de estudio constituyó la región cinegética II del calendario cinegético 1997 y fue seleccionada por informes de avistamientos de esta especie por cazadores. El área de estudio limita al norte con Querétaro e Hidalgo, al este con Hidalgo y la autopista México-Querétaro y al sur con la carretera federal Toluca-Zitacuaro y la autopista Toluca-Naucaipan, al oeste con Michoacán (Figura 1).

El área de estudio comprendió 8 600 km² y representa alrededor de 37% de la superficie total del Estado de México, se incluyeron 16 de los 122 municipios del estado.¹⁰ Los bosques de pino-encino son aún característicos del área de estudio, sobre todo en aquellas regiones de clima templado, subhúmedo, subcálido y semiseco. Las

species are *Pinus occarpa*, *P. douglasiana*, *P. teocote*, *Quercus crasifolia*, *Q. lauriana* and *Q. conglomerata*.¹¹ The most common grass species, which are located in the lower mountainous areas are *Agrostis schafneri*, *Aegopogon gerardi*, *Bouteloua chondrosoides* and *Muhlenbergia glabrata*.¹² The northern and northwestern portion of the study area are characterized by bushes including cacti associations (*Opuntia* spp), yucca (*Yucca* spp), mammillarias (*Mammillaria magnimamma* Haworth), organs (*Pachycereus* sp) and cactus plant (*Myrtillocactus* sp). The zacatonal is typical of cold regions at higher elevations, it is composed of tall grasses such as *Festuca tolucensis*, *F. livida*, *F. amplissima*, *Muhlenbergia quadridentata*, *M. nubia*, *M. nigra*, *M. affinis*, *Trisetum spicatu*, *Agrostis tolucensis* and *Aegopogon cenchroides*.¹¹

The sampling sites were established by using a grid, randomly selecting units within the strata. Based on use of soil maps, the study area was divided into two strata (forested areas and grasslands), where the sampling frame covered 249 700 ha of which 73% was forested areas and 27% was grasslands. From March 1997 through December 1998, 22 units were sampled by conventional transects (5 km length and 50 m width), using eight pointing dogs.⁵ At each transect, quails were counted and distances, perpendicular to the high path or to the observer, were measurement and recorded with respect to the transect. Population density was estimated with the Distance Program.¹³

especies predominantes son *Pinus occarpa*, *P. douglasiana* y *P. teocote*, *Quercus crasifolia*, *Q. lauriana* y *Q. conglomerata*.¹¹ Las gramíneas más comunes, las cuales se encuentran en las partes bajas de las serranías, son *Agrostis schafneri*, *Aegopogon gerardi*, *Bouteloua chondrosoides* y *Muhlenbergia glabrata*.¹² El norte y noroeste del área de estudio se caracteriza por la presencia de matorrales crasicaules compuestos por asociaciones de nopaleras (*Opuntia* spp), yucas (*Yucca* spp), bisnagas (*Mammillaria magnimamma* Haworth), órganos (*Pachycereus* sp) y garambullos (*Myrtillocactus* sp). El zacatonal es característico de las regiones frías de mayor altura, está constituido por gramíneas altas y amacolladas como *Festuca tolucensis*, *F. livida*, *F. amplissima*, *Muhlenbergia quadridentata*, *M. nubia*, *M. nigra*, *M. affinis*, *Trisetum spicatu*, *Agrostis tolucensis* y *Aegopogon cenchroides*, entre otras.¹¹

Los sitios de muestreo fueron determinados mediante la utilización de cuadrícula milimétrica, seleccionando al azar unidades dentro de estratos. Con base en cartas de uso del suelo, el área de estudio se dividió en dos estratos (forestal y pastizal), donde el marco de muestreo abarcó 249 700 ha; de éstas, 73% se ubicó en el estrato forestal y 27% en el estrato pastizal. Se realizó un muestreo de campo en 22 unidades, el cual abarcó desde marzo de 1997 a diciembre de 1998. Se establecieron y muestrearon transectos de 5 km de longitud por 50 m de ancho con el apoyo de ocho perros de muestra.⁵ En cada transecto se contabilizaron las codornices avistadas y se registró la distancia perpendicular del sitio de vuelo u observación

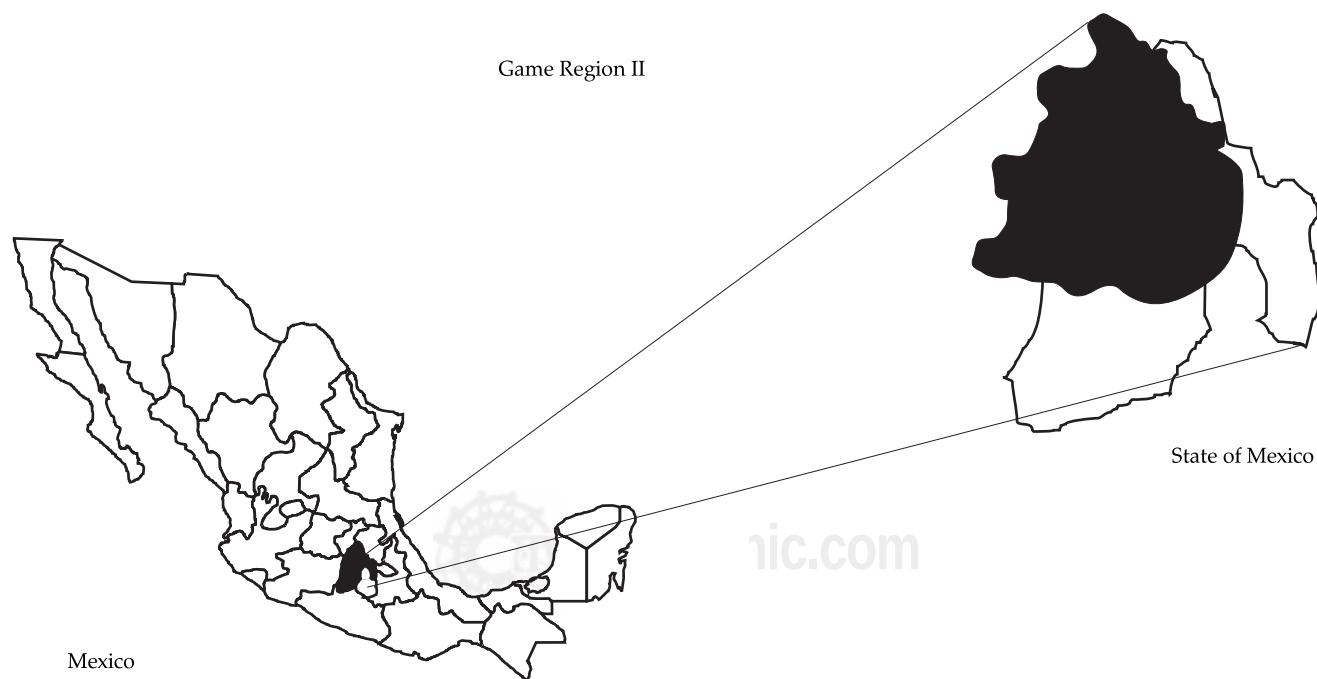


Figura 1. Localización del área de estudio (Región cinegética II).
Location of the study area (Game Region II).

This program is based on Fourier series of the probability of the density function, $f(x)$. Densities are estimated by perpendicular distances from the observed animals to the center of the transect, where the function of zero is estimated with the equation:

$$D = nf(0)/2L$$

Where D = population density estimate
 N = number of animals seen along the transect
 L = length of transect

Perpendicular distances (A) are estimated from the distance from the animal to the observer (C), and the angle (b) in such a way that:

$$A = C \sin b$$

Distance from quails to the observer were measured with a range finder and the angle with a compass. Once the distances (A) were obtained, these were entered in the Distance Program to estimate $f(0)$, and, based on this function, the Distance Program calculated the population density as individuals/ha.

Habitat variables such as cover, food availability (bulbs of *Cyperus* and *Oxalis*), and presence of agricultural crops were visually estimated.^{14,15} Correlation analysis between density of quails and habitat variables,¹⁶ and stepwise regression analyses were conducted.¹⁷

Results

Quail densities varied from 0 to 0.27 quails/ha with a mean of 0.18 quails/ha (Table 1). Twenty six groups of quails were detected of which most were in couples, the rest being in groups of seven or eight quails. The mean group size was 2.4 quails. The overall population estimate for the study area is between 8 538 and 13 379 individuals (Table 2). It is important to point out that the habitat characterization was visually done and thus only allowed the identification of environmental factors that are important for the species. Most of the counties where quail were found were occupied by pines and oaks; however, in Aculco *Oxalis* and *Cyperus* predominated.

No quail were found in Acambay, Atizapan de Zaragoza, Chapa de Mota, Huixquilucan, Jilotepec, Jilotzingo, Temascalcingo, Tepetzotlan, Villa del Carbon, and Villa Victoria. Correlation analyses between habitat variables and quail density were not statistically (significant $P > 0.05$).

a la línea del transecto. La densidad poblacional se cuantificó con el programa Distance,¹³ el cual se basa en las Series de Fourier de la probabilidad de la función densidad $f(x)$. Las densidades son estimadas de las distancias perpendiculares obtenidas del animal observado al centro de la línea de transecto donde se estima la función de cero, con la ecuación:

$$D = nf(0)/2L$$

donde D = densidad de población estimada,
 n = número de animales vistos sobre el transecto,
 L = largo del transecto.

Las distancias perpendiculares (A) son estimadas a partir de las distancias en que se encuentra el animal y el observador (C) y el ángulo (b) de tal forma que:

$$A = C \sin b$$

La distancia se midió con un distanciómetro y el ángulo con una brújula. Una vez que se obtuvieron las distancias (A), éstas son usadas en el programa Distance para estimar $f(0)$, y basados en esta función el programa estima las densidades poblaciones en individuos/ha.

También se registraron visualmente otras variables como cobertura, disponibilidad de alimento (tubérculos de bulbos de *Cyperus* y de *Oxalis*) y presencia de cultivos.^{14,15} Se hicieron análisis de correlación entre la densidad de la codorniz y las variables de hábitat previamente descritas¹⁶ y de regresión mediante el procedimiento Stepwise de selección de variables.¹⁷

Resultados

Las densidades variaron de 0 a 0.27 codornices/ha; con una media de 0.18 codornices/ha (Cuadro 1). Se detectaron 26 grupos de codornices, los cuales en la mayoría de los casos estos últimos fueron en parejas y otros de siete y ocho individuos. La media del tamaño de los grupos fue de 2.4 codornices/grupo. La estimación global para el área de estudio se encuentra entre 8 538 y 13 379 individuos (Cuadro 2). Es importante indicar que esta caracterización fue visual y no cuantitativa y solo permitió identificar la presencia de factores que son importantes para la codorniz. La presencia de pinos y encinos destaca en todos los municipios donde se encontró la codorniz, con excepción de los sitios de Aculco, donde se registró mayor presencia de *Oxalis* y *Cyperus*.

No se encontraron codornices en los municipios de Acambay, Atizapán de Zaragoza, Chapa de Mota, Huixquilucan, Jilotepec, Jilotzingo, Temascalcingo, Tepetzotlán, Villa del Carbón y Villa Victoria. Los resultados de correlación entre las variables de estimación visual con la densidad de codornices no mostró efectos significativos ($P > 0.05$).

Discussion

The occurrence of Montezuma quail in the State of Mexico within the pine-oak ecosystem was first

Discusión

La presencia de codorniz Moctezuma en el Estado de México fue notificada por Leopold y McCabe⁴ en los

Cuadro 1

DENSIDAD DE CODORNIZ MOCTEZUMA (*Cyrtonyx montezumae*) EN LA REGIÓN NOROESTE DEL ESTADO DE MÉXICO
POPULATION DENSITY OF MONTEZUMA QUAIL (*Cyrtonyx montezumae*) IN THE NORTHEASTERN REGION OF THE STATE OF MEXICO

	<i>Quails Density/ha</i>	<i>Standard Error</i>	<i>V.C. (%) Variation of coefficient</i>
Game Región II			
Grassland	0.00089	0.0463	39.8
Forested area	0.0466	0.0259	30.0
Counties:			
Aculco	0.1420	0.0163	43.3
Almoleya de Juárez	0.2283	0.1892	82.9
Atacomulco	0.1071	0.0818	76.4
Ixtlahuaca	0.2044	0.1011	49.5
Morelos	0.1363	0.2000	50.0
San Felipe del Progreso	0.2777	0.1529	55.1
Temascalcingo	0.1250	0.0731	58.5

Cuadro 2

ESTIMACIÓN DEL NÚMERO POTENCIAL DE CODORNICES MOCTEZUMA (*Cyrtonyx montezumae*)
EN LA REGIÓN NOROESTE DEL ESTADO DE MÉXICO
POTENTIAL NUMBER OF MONTEZUMA QUAIL (*Cyrtonyx montezumae*)
IN THE NORTHEASTERN REGION OF THE STATE OF MEXICO

	<i>Quails Density/ha</i>	<i>Area ha</i>	<i>Individuals</i>
Game Region II ^a		249 700	8 538
Estimation by country: ^b			
Aculco	0.1420	5 900	8 378
Almoleya de Juárez	0.2283	3 996	912
Atacomulco	0.1071	1 693	181
Ixtlahuaca	0.2044	1 629	332
Morelos	0.1363	3 000	408
San Felipe del Progreso	0.2777	10 770	2 990
Temascalcingo	0.1250	1 426	178
Total			13 379

^a Population estimate within forested areas and grasslands.

^b Size of forested area and grasslands by county.

noticed by Leopold and McCabe.⁴ However, there is no information concerning population density for this portion of Mexico. Quail population density and current distribution area are essential to determine extraction rates.¹⁸ Wallmo⁷ found 0.10 quails/ha in the Huachuca Mountains in Arizona, U.S.A.¹⁹ In 1990, in a Natural Protected Area owned by the National Audubon Society, a population density of 0.069 quails/ha was reported.¹⁹ In Texas in 1999, in Edwards Plateau, a density of 0.09 quails/ha was found²⁰ which is between the range of 0.08 to 0.09 reported for Arizona.^{21,22} In Chihuahua, Mexico, Leopold and McCabe⁴ considered that there could exist places with greater quail population densities, maybe greater than those found in Arizona; however, there are no quantitative data on quail population density.

The use of pointing dogs is essential to detect populations of Montezuma quail. Yeager¹⁸ detected 22 groups of quails with the aid of dogs and only two without it.

Quail density was greater in forested areas than in grasslands. The lack of correlation between quail population and environmental variables indicates that there were other factors that were not considered, such as, human activities, urban development and the presence of cattle. One of the causes of this phenomenon is livestock grazing that diminishes nesting and escape habitats.^{21,22} Leopold and McCabe⁴ considered that the Montezuma quail was an species with a distribution that was restricted to pine-oak ecosystems and that an habitat arrangement of open oak forest combined with short bushes and perennial grasses offered better habitat conditions for the species and consequently higher quail densities. For instance, 85 of 87 records of *C. montezuma* in Mexico were located in pine-oak ecosystems and indicated that forests with bushes and perennial pastures favored a greater density of quails. This study confirmed those observations since the proportion of pine-oak areas in Acambay, Atizapan de Zaragoza, Jilotepec, Temoaya and Villa Victoria was very low and in Jilotzingo and Villa Victoria the availability of *Oxalis* and *Cyperus* was scant.

The Montezumae quail greatly depends on food and water that it obtains from bulbs and tubercles.⁴ *Oxalis* and *Cyperus* constitute a potential food source specially during the summer and winter.⁵ In Huixquilucan and Jilotzingo, where no quails were found, the availability of bulbs and tubercles was low because of changes in use of soil where induced perennial pastures were established for livestock grazing, further aggravating the situation.^{4,22}

bosques de pino-encino; sin embargo, no existen informes de la densidad poblacional. La estimación de la densidad y la distribución de la Moctezuma son fundamentales para determinar tasas de extracción.¹⁸ Wallmo⁷ notificó 0.10 codornices/ha en las montañas de Huachuca en Arizona, Estados Unidos de América.¹⁹ En una zona protegida de la National Audubon Society se estimó una población de 0.069 codornices/ha en 1990,¹⁹ mientras que en Texas, en 1999, se encontró una densidad de 0.09 codornices/ha en Edwards Plateau,²⁰ la cual se ubica en el rango de 0.08 a 0.9, estimado en Arizona.^{21,22} En Chihuahua, México, Leopold y McCabe⁴ consideraron que podrían existir lugares con poblaciones de codornices de gran densidad, quizás mayores a las encontradas en Arizona; sin embargo, no se cuenta con datos cuantitativos de densidad poblacional.

El uso de perros de muestra es esencial para detectar las poblaciones de Moctezuma. Yeager¹⁸ detectó solamente dos grupos de codornices sin la ayuda de perros y 22 con su ayuda.

La densidad de codornices fue mayor en el estrato forestal que en el de pastizal. La falta de correlación entre la población con las variables ambientales indica que existen otros factores que no fueron considerados como las actividades humanas, la extensión de la mancha urbana, así como la población de ganado. Una de las causas de este fenómeno es el sobrepastoreo que se da en zonas de pastizal, debido a que se reduce el área de cobertura de anidación y de escape.^{21,22} Leopold y McCabe⁴ consideraron que la Moctezuma era una especie que restringía su distribución a la vegetación pino-encino, y que una combinación de bosques abiertos de pino con arbustos pequeños y pastos perennes ofrecían mejores condiciones de hábitat para la especie y, por ende, se podrían encontrar densidades mayores; como ejemplo, 85 de 87 registros de *C. montezumae* en México se ubicaron en bosques de pino-encino e indicaron que la combinación de estos bosques con arbustos y pastos perennes propiciaron una mayor densidad de codornices. Los resultados del presente estudio confirmaron esas observaciones. En los municipios de Acambay, Atizapán de Zaragoza, Jilotepec, Temoaya y Villa Victoria, la proporción de pino-encino es muy baja y en los de Jilotzingo y Villa Victoria, la disponibilidad de *Oxalis* y *Cyperus* fue limitada.

La codorniz Moctezuma depende en gran medida de la disponibilidad de alimento y agua que obtiene de bulbos y tubérculos.⁴ El *Oxalis* y el *Cyperus* constituyen una fuente de alimento potencial sobre todo durante el verano y el invierno.⁵ En sitios como Huixquilucan y Jilotzingo, donde se no encontraron codornices, la disponibilidad de bulbos y tubérculos fue muy baja; sin embargo, una de las causas de su baja disponibilidad es el establecimiento de praderas perennes inducidas, lo que se agrava bajo condiciones de sobrepastoreo.^{4,22}

Information of diet composition of quail obtained in Arizona,²³ Texas²⁰ and Chihuahua⁴ stated that *Oxalis* was part of the diet. However, Stromberg¹⁹ did not find *Oxalis* as part of the diet while acorns, insects and other vegetables were the main diet components, thus indicating great diet diversity. Acorns within the forest were common and were consumed by quails;^{4,19} acorns have a great energetic content.²⁴ It has been reported that acorns can constitute up to 20% of the quail diet during spring and summer, decreasing their consumption in fall and winter. On the other hand, the consumption of *Oxalis* bulbs constitutes up to 64% of the diet in winter,²³ with occasional consumption of grains in crop fields.⁴

At all sampling sites grass species were detected, these constitute good escape cover and quail nesting areas.¹⁹ Food availability and the presence of perennial grasses are important factors for the survival of Montezumae quail and any reduction of these, caused by either drought, burning or livestock grazing, negatively affects quail specially during the winter.⁵ Aculco and Atlacomulco were characterized by the presence of agricultural areas near forested areas.

In the State of Mexico, Montezumae quail hunting has been prohibited since 1930, unfortunately, in the study area, quail hunting is conducted illegally. Leopold and McCabe⁴ noticed that during the 50's quail hunting was done by people from Mexico City and from other urban areas, and they considered that quail hunting within the study area occurred at a low scale.

In Mexico the studies that have been conducted on Montezumae quail are very few, so it is important to continue gathering information on the species. It is recommended to continue studies about quail population density, and studies on condition and habitat changes for future conservation programs which must include restoration of ecosystems and habitats.²⁵ A continuous monitoring of quail population size would be of great utility to correctly classify the species in the Official Mexican Regulation NOM-ECOL-059-1994.²⁶ There is a proposal to change the status of *Cyrtonyx montezumae* to a threatened species given that in the early seventies a quail monitoring program began in southeastern Mexico, without any success.^{27,28}

The Montezumae quail in this study was found in six counties and according to its population size (> 2 500 individuals) the species is not at a critical level yet so as to be considered an endangered species.²⁹

The main threats to this species in the State of Mexico are urban development and consequent habitat reduction.²⁷ It is said, that in countries like Mexico,

Existen informes en Arizona,²³ Texas²⁰ y Chihuahua,⁴ donde el *Oxalis* forma parte de la dieta de la Moctezuma; sin embargo, Stromberg,¹⁹ en Arizona, no encontró *Oxalis* como componente de la dieta, pero las bellotas, insectos y otros vegetales fueron los principales componentes, esto último indica una variabilidad de la dieta de la codorniz. En este estudio fue común encontrar bellotas disponibles en el estrato forestal, las cuales son consumidas por la codorniz^{4,19} y tienen un gran contenido energético.²⁴ Se ha descrito que las bellotas pueden constituir hasta 20% de la dieta de codornices Moctezuma durante la primavera y el verano, reduciéndose su consumo gradualmente del otoño al invierno. Por otro lado, el consumo de bulbos de *Oxalis* se incrementa hasta llegar a constituir 64% de la dieta invernal²³ y en forma ocasional, consumen granos en campos de cultivo.⁴

En todos los sitios de muestreo se detectaron gramíneas, las cuales son importantes desde el punto de vista de cobertura de escape y de anidación para la especie.¹⁹ La disponibilidad de alimento aunado a la presencia de pastos perennes son factores importantes para la sobrevivencia de la codorniz Moctezuma y cualquier disminución de éstos, ya sea por sequía, quemas o por efectos de sobrepastoreo, afecta negativamente a la codorniz, especialmente durante el invierno.⁵ Los municipios de Aculco y Atlacomulco se caracterizaron por la presencia de áreas agrícolas cercanas al estrato forestal.

En el Estado de México, desde 1930, la cacería de *Cyrtonyx montezumae* ha sido prohibida; sin embargo, en el área de estudio sigue practicándose de manera furtiva. Leopold y McCabe⁴ notificaron que en los años cincuenta del siglo pasado, la cazaban los moradores de la ciudad de México y de otras zonas urbanas, y consideraban que la cacería ocurría en forma muy limitada.

Los estudios de codorniz Moctezuma en México han sido pocos, por lo que se considera importante que se siga generando información para la especie. Se recomienda continuar con los seguimientos y la evaluación de la densidad de población de la codorniz, así como con el estudio de las condiciones y cambios del hábitat para que en lo futuro se establezcan programas de conservación, lo que incluirá la recuperación de los ecosistemas o hábitats deteriorados.²⁵ Un seguimiento continuo de tamaño poblacional, por ejemplo, puede ser de utilidad para clasificar correctamente a la especie en la Norma Oficial Mexicana NOM-ECOL-059-1994.²⁶ Se ha propuesto categorizar a la *Cyrtonyx montezumae* como especie amenazada debido a que a principios de la década de los setenta del siglo XX se realizaron búsquedas sin éxito en el suroeste de la República.^{27,28}

La especie dentro del área de estudio se encontró en seis municipios y de acuerdo con su tamaño poblacional que es mayor de 2 500 individuos no se encuentra aún en el nivel crítico para ser considerada como especie en peligro de extinción.²⁹

urban estimated development would increase from 71% to 84% in year 2005.³⁰ This would cause a change in the status of the species to that of an endangered species within the study area and in other areas of Mexico with similar conditions.

The current situation of the Montezumae quail in the northeastern region of the State of Mexico, is a clear example of the need to generate a management program for the species. Unfortunately, recovery plans for a species, used as a management tool, are activities that have only recently been implemented. A lot of effort and more research projects are needed to know and preserve Mexican biodiversity, and particularly, *Cyrtonyx montezumae*.

Factors that most negatively affect quail populations in this portion of Mexico are the reduction and fragmentation of their habitats, as a result of urban development, forest exploitation and livestock grazing. It is necessary to establish intensive management programs to preserve the species in Mexico and particularly in this region. The present study constituted only a small portion of many things that have to be done to preserve the species and our recommendation is to conduct more research projects on this species.

Acknowledgments

We acknowledge Consejo Nacional para la Ciencia y Tecnología, of Mexico (Project G29008-B) and the U.S. Fish and Wildlife Service through the Cooperative Program to Conserve Biodiversity.

Referencias

1. Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Programa de conservación de la vida silvestre y diversificación productiva en el sector rural 1997-2000. México (DF): INE-SEMARNAP, 1997.
2. Valadez MF. Religión y domesticación animal en Mesoamérica. *Vet Méx* 1994;25:303-308.
3. Márquez MA. Las aves del código Florentino. *Vet Méx* 1995;26:87-93.
4. Leopold AS, McCabe RA. Natural history of the Montezuma quail in México. *Condor* 1957;59:3-26.
5. Brown DE. Factors influencing reproductive success and population densities in Montezuma quail. *J Wildl Mgmt* 1979;43:522-526.
6. Herrera HJG, Mendoza MGD, Hernández GA. La ganadería familiar en México. Aguascalientes (Ags): Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1998.
7. Wallmo OC. Nesting of mearns quail in southeastern Arizona. *Condor* 1984;56:125-128.
8. Slobodokin LB. Susceptibility to extinction. New Jersey (NJ): Princeton University, 1986.

Las principales amenazas que enfrenta la especie en el Estado de México es la urbanización y la reducción de sus hábitats.²⁷ Se estima que en países como México, la urbanización se incrementa de 71% a 84% para el 2025,³⁰ ello ocasionará que esta especie se considere en peligro de extinción en el área bajo estudio y en muchas otras zonas del país con condiciones semejantes.

La situación que vive la codorniz Moctezuma en la zona noroeste del Estado de México constituye un claro ejemplo de la imperiosa necesidad de elaborar un programa de manejo de la especie. Sin embargo, la elaboración de planes de recuperación que son una herramienta de conservación, es una actividad que últimamente toma auge. Sin embargo, se requiere de mucho esfuerzo y de más proyectos de investigación para conocer y conservar la biodiversidad de México y en particular de la especie *Cyrtonyx montezumae*.

Los factores que más afectan negativamente a las poblaciones son la disminución y fragmentación de sus hábitats que son consecuencia del crecimiento urbano, la explotación forestal y el sobrepastoreo y es necesario el establecimiento de programas intensivos de conservación para la especie en México y específicamente en esta región. El presente estudio constituyó tan sólo una pequeña porción de lo mucho que hay que hacer en términos de conservación y se recomienda conducir más proyectos de investigación sobre la especie.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo del Consejo Nacional para la Ciencia y Tecnología, de México (Proyecto G29008-B), y al U.S. Fish and Wildlife Service, a través del Programa de Cooperación para la Conservación de la Biodiversidad.

9. Alcérreca AC. Fauna silvestre y áreas naturales protegidas. México (DF): Universo Veintiuno, 1988.
10. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Síntesis geográfica, nomenclátor y anexo cartográfico del Estado de México. Aguascalientes (Ags): Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1987.
11. Rzedowski J. Vegetación de México. 2ª ed. México (DF): Limusa, 1993.
12. Sánchez O. La flora del Valle de México. 6ª ed. México (DF): La Prensa, 1984.
13. Thomas L, Laake JL, Derry JF, Buckland ST, Borchers DL, Anderson DR, *et al.* Distance (computer program). Versión 3.5. Tennessee (Tn): University of St. Andrews, 1998.
14. Graves BM, Dittberner PL. Variables for monitoring aquatic and terrestrial environments. *US Fish Wildl Serv Biol Rep* 1986;5:34-49.
15. Sutherland WJ. Ecological census techniques. A handbook. Edinburgh (UK): Cambridge University Press, 1999.
16. Drapper N, Smith HD. Applied regression analysis. 2nd ed. London (UK): John Wiley & Sons, 1981.
17. SAS Institute. Statistical analysis system (computer program). Version 5. Cary (NC): SAS Institute Inc., 1985.

18. Yeager WM. Mearn's quail management information. Project W-53-R-17, work plan. Phoenix (Az): Arizona Game and Fish Department, 1967.
19. Stromberg MR. Habitat, movements and roost characteristics of Montezuma quail in southeastern Arizona. *Condor* 1990;92:229-236.
20. Albers RP, Gehlbach FR. Choices of feeding habitat by relict Montezuma quail in Central Texas. *Wilson Bull* 1990;102:300-308.
21. Brown RL. An ecological study of Mearn's quail. Final report. Project W-78-R-22, WJ1. Phoenix (Az): Arizona Game and Fish Department, 1978.
22. Brown RL. Effects of livestock grazing on mearns quail in southeastern Arizona. *J Range Mgmt* 1982;35:727-732.
23. Bishop RA, Hungerford CR. Seasonal food selection of Arizona mearns quail. *J Wildl Mgmt* 1965;4:813-819.
24. Robbins TC. Wildlife feeding and nutrition. 2nd ed. New York (NJ): Academic Press, 1993.
25. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. IUCN red list of threatened animals. Geneve, Switzerland 1996:1-378.
26. Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. NOM 059 en Ecología. *Gaceta Ecol* 1995;7:4.
27. Gordillo MA. Codorniz Moctezuma. En: Ceballo G, Márquez VL, editores. *Las aves de México en peligro de extinción*. México (DF): Consejo Nacional de la Biodiversidad, 2000:152-153.
28. Secretaría de Desarrollo Social. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL. *Diario Oficial de la Federación* (5 mayo). México (DF): SEDESOL, 1994.
29. Abarca FJ. Programa estratégico para especies en riesgo. Informe final. México (DF): Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, 1998.
30. Boer AJ. Animal agriculture in developing countries: technology dimensions. Morrilton (Ak): Winrock International Institute for Agricultural Development, 1994.