

Densidad poblacional y uso del hábitat de la codorniz Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae*) en Hualtepec, Hidalgo

Population density and habitat use of Montezuma quail (*Cyrtonyx montezumae*) in Hualtepec, Hidalgo

Lilia Hernández Palafox* Germán David Mendoza Martínez** Juan Ignacio Valdez Hernández*
José Luis Alcántara Carbajal* Fernando Clemente Sánchez* Marivel Hernández Téllez***

Abstract

The present study was conducted to determine the population density and habitat use of the Montezuma quail (*Cyrtonyx montezumae*) in Hualtepec, Hidalgo, Mexico, at three vegetation types: forest, grassland and transitional zone (ecotone). The study site is located in the western section of the state of Hidalgo, with a sampling area of 5 715 ha. Fifty five units were sampled to evaluate habitat use through bird signs (droppings, soil scratches, feathers and nests), and to assess population density using standardized transects (6 km length $\times$ 50 m width), with the help of pointing dogs. At each site, the signs were recorded and observed quails were counted. Population density (quail/ha) ranged from 0.1341 to 0.2318. No differences were found in quail density among vegetation types (forest, 0.1765; grassland, 0.2318; ecotone, 0.1341); however, the most utilized habitat was ecotone, followed by grassland and forest. The availability of scratches and *Oxalis* bulbs was higher ($P < 0.05$) at the grassland. The number of individuals, feathers, droppings ($P < 0.10$) and nests and scratches were also higher ($P < 0.05$) at grassland. This study is the first population density estimate of the Montezuma quail in the state of Hidalgo in Mexico.

Key words: MONTEZUMA QUAIL, *CYRTONYX MONTEZUMAE*, POPULATION DENSITY, HABITAT USE.

Resumen

El presente estudio se realizó para determinar la densidad poblacional y el uso del hábitat de la codorniz Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae*) en Hualtepec, Hidalgo, México, en tres tipos de vegetación: bosque, pastizal y zona de transición (ecotono). Dicho sitio se localiza en el extremo oeste de Hidalgo, con área de muestreo de 5 715 ha. Se realizó un muestreo en 55 unidades, para evaluar el uso del hábitat por medio de indicios (excretas, rascaderos, plumas y nidos), y densidad de población, con transectos convencionales (6 km de longitud por 50 m de ancho), con el apoyo de perros de muestra. En cada sitio se registraron los indicios y se contaron las codornices observadas. La densidad (codornices/ha) varió de 0.1341 a 0.2318. No se encontraron diferencias en la densidad de codornices en los diferentes tipos de vegetación (bosque, 0.1765; pastizal, 0.2318; ecotono, 0.1341); sin embargo, el hábitat más usado fue el ecotono, seguido por el pastizal y el bosque. Los rascaderos y bulbos de *Oxalis* disponibles fueron más altos ($P < 0.05$) en el pastizal. El número de individuos, plumas, excretas ($P < 0.10$) y de nidos y rascaderos fueron mayores ($P < 0.05$) en el pastizal. Este estudio constituye la primera estimación de densidad poblacional de la codorniz Moctezuma en Hidalgo, México.

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

Recibido el 1 de agosto de 2005 y aceptado el 28 de agosto de 2006.

*Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Carretera México-Texcoco, Km 36.5, Montecillo, 56230, Estado de México, México.

**Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, Departamento de Producción Agrícola y Animal, Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, 04960, México, D. F.

***Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Ingeniería, Centro Interamericano de Recursos del Agua, Carretera Toluca-Atlacomulco, Km 14.5, Toluca, 5010, Estado de México, México.

Introduction

Quails are birds of important economic value, because they are used as a source of food in rural communities; therefore, they are appreciated as game species in Mexico and United States,¹ one of the most distinctive species is the Montezuma quail (*Cyrtonyx montezumae montezumae*). This quail ranges from central and southeastern Arizona, south to New Mexico, and from central Texas to central Mexico.² Presence of the Montezuma quail has been considered as an indicator of environmental quality for biotic communities, particularly pine-oak forests,¹ because this bird is sensitive to changes in environmental conditions. The subspecies *montezumae* is listed in CITES Appendix II³ and is considered as subject of special protection by the Mexican government (NOM-059-ECOL-2001).⁴

Biological information about this species is limited,⁵ and in Mexico it has been studied only in the State of Mexico.⁶⁻⁸ It is important to study their populations in central states of the Mexican Republic because the State of Mexico is facing important problems such as cattle overgrazing,⁹ reduction of forestry areas associated with agricultural expansion, as well as urban sprawl and pollution due to excessive industrial activities; therefore, it is important to identify appropriated areas for conservation of this species, establishing basic studies ranging from basic habitat use analyses,¹⁰ to complex models using geographical information systems.¹¹

Quail hunting in Mexico has notably grown. According to data of the General Direction of Wildlife of the Department of Environment and Natural Resources,¹² during the season 2005-2006 a total bag of 201 771 birds –of which 630 were *Cyrtonyx montezumae*– was authorized for 371 hunting ranches officially known as “units of management and sustainable use” (UMAS for its Spanish meaning). The highest hunting activity is carried out in the states of Coahuila, Tamaulipas and Nuevo Leon (where 72% of the UMAS are located), whereas less activity takes place at Baja California, Jalisco, Sonora, Baja California Sur, Guanajuato and Durango (with 24% of the UMAS), and in other states of central and southern Mexico this type of activity is sparse (Campeche, State of Mexico, Zacatecas, San Luis Potosí, Guerrero, Morelos, Querétaro), which represents an activity of potential benefits for human communities and for professional services of veterinarians.

Quails habitat is well known, however, there is little information about specific characteristics of the vegetation preferred for reproduction and nestling activities. Tapia *et al.*⁶ reported that the highest densities of Montezuma quail were observed in transitional zones

Introducción

Las codornices son aves que tienen un valor económico importante, pues sirven como fuente de alimento en las comunidades rurales, por lo que son muy apreciadas cinegéticamente en México y Estados Unidos,¹ entre ellas figura la codorniz Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae montezumae*). Esta codorniz se halla en el centro y sudeste de Arizona, sur de Nuevo México y desde el centro de Texas hasta el centro de México.² La presencia de la codorniz Moctezuma es un indicador de la calidad ambiental de los hábitats, particularmente del ecosistema pino-encino,¹ debido a que es una especie sensible a cambios de las condiciones ambientales. La subespecie *montezumae* se encuentra en la lista de CITES II³ y en México está listada como sujeta a protección especial (NOM-059-ECOL-2001).⁴

La información biológica de esta especie es limitada,⁵ y en México se ha estudiado sólo en el Estado de México.⁶⁻⁸ Es importante realizar más estudios sobre sus poblaciones en los estados del centro de la República Mexicana debido a que en el Estado de México existe un problema de sobrepastoreo⁹ y hay gran disminución de las áreas forestales asociadas con la expansión agrícola y urbana, además de la contaminación ambiental que genera el exceso de industrias, por lo que es importante identificar áreas adecuadas para la conservación de esta especie, estableciendo estudios básicos de uso del hábitat,¹⁰ hasta modelos de sistemas de información geográfica.¹¹

El aprovechamiento cinegético de las codornices en México ha crecido en forma importante. De acuerdo con la información de la Dirección General de Vida Silvestre de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales,¹² para la temporada de cacería de codorniz 2005-2006 se autorizó en 371 unidades de manejo y aprovechamiento sustentable (UMAS) 201 771 aves, de las cuales sólo 630 fueron *Cyrtonyx montezumae*. En México, la mayor actividad cinegética se realiza en Coahuila, Tamaulipas y Nuevo León, donde se concentran 72% de las UMAS, mientras que la actividad se desarrolla en menor intensidad en Baja California, Jalisco, Sonora, Baja California Sur, Guanajuato y Durango (con 24% de las UMAS), y en otros estados del centro y el sur apenas se inicia esta actividad (Campeche, Estado de México, Zacatecas, San Luis Potosí, Guerrero, Morelos, Querétaro), lo cual representa una actividad potencial de beneficio para las comunidades y para servicios profesionales veterinarios.

Si bien se conoce el hábitat de la codorniz, existe poca información sobre las características de vegetación preferida para sus actividades de anidación y reproducción. Tapia *et al.*⁶ informan que las mayores

between grassland and forests (ecotone); however, Zaragoza¹⁰ found nests in grasslands. The objectives of this study were to estimate the population density of Montezuma quail in the region of Hualtepec, Hidalgo, and to assess habitat use according to the vegetation type (forest, grassland and ecotone).

Material and methods

This research was conducted in the counties of Alfajayucan and Huichapan, located in the western extreme of the state of Hidalgo, in its border with Querétaro. The study area covers 5 715.52 ha¹³ (Figure 1), it has a subhumid temperate climate (Cw),¹³ with two specific types: CWo (temperate weather with rains in summer, the most subhumid of the subhumids) and CW1 (temperate weather with rainy season in summer, the most dry of the subhumids); both with a percentage of winter rains lower than five points. The main vegetation types are: deciduous forest (*Quercus fusiformis*, *Arbutus xalapensis*, *Quercus* spp), open shrubland (*Myrtillocactus geometrizans*, *Mimosa biuncifera*, *Acacia farnesiana*) and grassland (*Bouteloua radicata*, *Panicum obtusum*, *Aristida divaricata*).¹⁴

Fifty five sampling units were established in the study area, considering altitude and vegetation types: forest, grassland and transitional zone (ecotone), to look for signs and habitat use by the Montezuma quail (droppings, soil scratches, feathers and nests). Based on the distribution of sampling units, nine transects

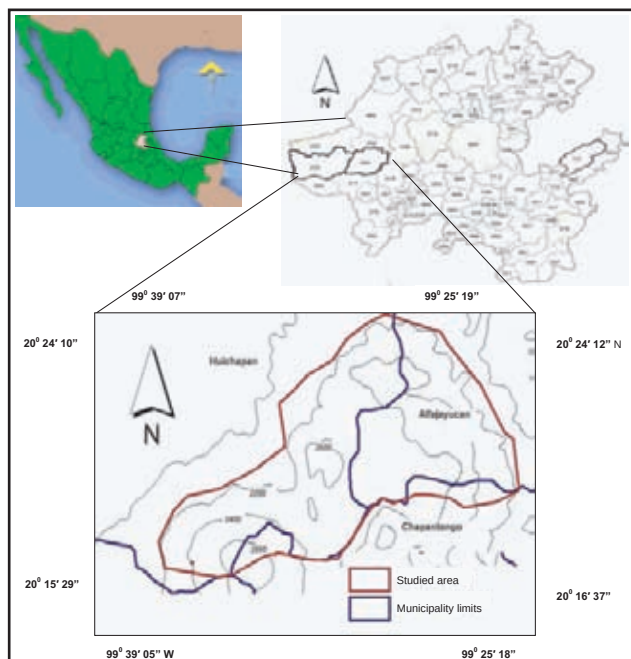


Figura 1: Localización geográfica de la región de Hualtepec, Hidalgo, México.

Figure 1: Geographic location of the Hualtepec region, Hidalgo, Mexico.

densidades de codorniz Moctezuma se observaron en zonas de transición entre pastizal y bosque (ecotono); sin embargo, Zaragoza¹⁰ halló nidos en pastizales. Los objetivos de este estudio fueron estimar la densidad poblacional de codorniz Moctezuma en la región de Hualtepec, Hidalgo, y conocer el uso de hábitat de acuerdo con el tipo de vegetación (bosque, pastizal y ecotono).

Material y métodos

La presente investigación se realizó en los municipios de Alfajayucan y Huichapan, localizados en el extremo oeste de Hidalgo, colindando con Querétaro. El área de estudio comprende una superficie de 5 715.52 ha¹³ (Figura 1), con un clima templado subhúmedo (Cw),¹³ de dos tipos específicos: CWo (clima templado con lluvias en verano, el más subhúmedo de los subhúmedos) y CW1 (clima templado con lluvias en verano, el más seco de los subhúmedos); ambos con un porcentaje de lluvias invernales menor a cinco puntos. Los principales tipos de vegetación son: bosque (*Quercus fusiformis*, *Arbutus xalapensis*, *Quercus* spp), matorral (*Myrtillocactus geometrizans*, *Mimosa biuncifera*, *Acacia farnesiana*) y pastizal (*Bouteloua radicata*, *Panicum obtusum*, *Aristida divaricata*).¹⁴

Se establecieron 55 unidades de muestreo en el área de estudio, considerando la altitud y los tipos de vegetación: bosque, pastizal y zona de transición (ecotono), para evaluar los indicios del uso del hábitat de la codorniz (excretas, rascaderos, plumas y nidos). Con base en la distribución de las unidades de la muestra, se ubicaron nueve transectos para estimar la densidad poblacional de codorniz Moctezuma. El ancho promedio de los transectos fue de 50 m, y su longitud total de 54.853 km. Los transectos se recorrieron con el apoyo de tres perros entrenados para muestra.^{6,15} Éstos detectan el olor de las codornices, y al acercarse al ave hacen que éstas hagan un vuelo rápido para huir y permite al observador registrar al individuo. En cada visita se anotó la distancia del observador al individuo (d) con un distanciómetro,* y el ángulo de observación (α) con una brújula.

Se colocaron los puntos donde hubo cambios en el tipo de vegetación, así como donde se observaron individuos e indicios. La densidad poblacional se estimó con el programa Distance, con un nivel de 95% de confianza,¹⁶ para cada clima, altitud, tipo de suelo y tipo de vegetación, según la Comisión Técnica Consultiva de Coeficientes de Agostaderos (Cotecoca).¹⁴ Las ecuaciones de la estimación de densidad fueron descritas previamente por Tapia *et al.*⁶

Se evaluó el uso de hábitat para cada condi-

*Bushnell®Yardage Pr 400, Estados Unidos de América.

were defined to estimate population density. Transect average width was 50 m and a total length of 54.853 km. Transects were surveyed using three pointing dogs.^{6,15} Dogs detected quail's odor and scare away the birds allowing the observer to record each individual bird. At each visit the distance of the observer to the individual bird (d) (with a distance-meter,*) and the observation angle (α) (with a compass) were registered.

Points were fixed where individual and signs were observed, also where vegetation changed. Population density was estimated using the program Distance, with a confidence level of 95%,¹⁶ for each climate, altitude, soil type and vegetation type, according to the Technical Commission for Stoking Grazing Coefficient (Cotecoca).¹⁴ The equations for the estimation of population density were previously described by Tapia *et al.*⁶

Habitat use for each environmental condition was evaluated according to Stromberg's⁵ criteria: *a*) feathers indicate activities of self-maintenance with soil baths; *b*) droppings are indicators of places where the quail rests or spends the night (overnight roosting places); *c*) nests indicate breeding activity; *d*) soil scratchings are considered as a feeding activity, resultant of the search for *Oxalis* bulbs, their main food item.

In order to evaluate bulb availability at places where scratches were registered, 45 one-hectare sampling units were set up (15 of each type of vegetation). At each unit ten one-squared-meter plots were randomly located to assess the number of *Oxalis* plants.⁷ Normality for bird signs and *Oxalis* availability data was checked up and an analysis of variance was carried out to test for differences by vegetation type; means were compared using Tukey test¹⁷

Results

Population density results are shown in Table 1. No statistical differences were detected; however, numerically, the highest densities were found in the climate CWo, at an altitude between 2 201 and 2 500 m; in vertisol pelic soil and in the grassland vegetation. The density varied from 0.1341 to 0.2318 quails/ha, with a mean of 0.16 quails/ha.

The most used habitat by the quail was ecotone ($P < 0.05$), followed by the grassland and forest (Table 2). Nesting was carried out mainly in ecotone, where the greatest availability of *Oxalis* bulbs ($P < 0.05$) was also found. Feeding activities were greater ($P < 0.05$) in ecotone, followed by grassland and forest.

ción ambiental de acuerdo con Stromberg,⁵ con los siguientes criterios: *a*) Las plumas indican actividades de automantenimiento con baños en tierra; *b*) las excretas son indicadores de lugares donde la codorniz descansa o pasa la noche (áreas usadas como dormitorio); *c*) la presencia de nidos indica actividad de reproducción; *d*) los rascaderos se consideran como actividad alimentaria, producto de la búsqueda de bulbos de *Oxalis*, su principal alimento.

Para evaluar la disponibilidad de este tipo de bulbos, donde se encontraron rascaderos, se establecieron 45 unidades de muestreo de una hectárea (15 de cada una por tipo de vegetación). En cada unidad se ubicaron aleatoriamente diez cuadros de 1 m² para registrar el número de plantas de *Oxalis*.⁷ Se comprobó que los indicios y la disponibilidad de *Oxalis* tuvieran distribución normal, y se realizó análisis de varianza para probar las diferencias por grupo de vegetación; las medias se compararon con la prueba de Tukey.¹⁷

Resultados

Los resultados de la densidad poblacional se presentan en el Cuadro 1. No se detectaron diferencias estadísticas relevantes; sin embargo, numéricamente, las mayores densidades se encontraron en el clima CWo, en una altitud entre 2 201 a 2 500 m; en suelo vertisol pelico y en la vegetación de pastizal. La densidad varió de 0.1341 a 0.2318 codornices/ha, con media de 0.16 codornices por ha.

La codorniz hizo mayor uso del hábitat ecotono ($P < 0.05$), seguido por el pastizal y el bosque (Cuadro 2). La anidación se llevó a cabo preferentemente en el ecotono, donde también se observó mayor disponibilidad de bulbos de *Oxalis* ($P < 0.05$). Las actividades relacionadas con la alimentación fueron mayores ($P < 0.05$) en el ecotono, seguido del pastizal y el bosque.

Discusión

Las densidades estimadas en la región de Hualtepec se consideran altas con respecto a las registradas en el Estado de México,⁶ lo cual pudo deberse a que las condiciones del hábitat están menos perturbadas en el área de estudio. Tapia *et al.*⁶ encontraron mayor densidad en el bosque que en el pastizal, pero mencionaron que la presencia era mayor en la zona de transición. En el Estado de México hay mayor impacto de actividades forestales, agrícolas y ganaderas¹⁰ que en la región de Hualtepec, lo cual puede explicar las diferencias en su distribución de acuerdo con el tipo de vegetación. En este estudio se detectó presencia de la codorniz desde los 1 800 m, mientras que en el Estado de México se ha detectado entre 2 500 y

Cuadro 1

DENSIDAD DE CODORNIZ MOTTEZUMA DE ACUERDO CON ALGUNAS CARACTERÍSTICAS
DEL HÁBITAT EN HUALTEPEC, HIDALGO

DENSITY OF MONTEZUMA QUAIL ACCORDING TO SOME CHARACTERISTICS OF THE
HABITAT IN HUALTEPEC, HIDALGO

<i>Physical and biological characteristics of the habitat</i>		<i>Quail density (quails ha⁻¹)</i>	<i>Standard Error</i>	<i>Variation Coefficient (%)</i>
Climate	C W1 (n = 35)	0.1067	0.332	25.00
	C Wo (n = 20)	0.1478	0.363	33.75
Altitude	1800-2200 (n = 12)	0.1694	0.324	42.00
	2201-2500 (n = 21)	0.1855	0.234	22.34
	2501-2900 (n = 20)	0.1842	0.317	22.97
Soil	Feozem haplic (n = 17)	0.1315	0.278	24.25
	Vertisol pelic (n = 29)	0.1569	0.345	32.97
	Planosol mollic (n = 9)	0.1467	0.322	38.46
Vegetation (COTECOCA, 1982)	Forestj (n = 32)	0.1167	0.262	31.67
	Ecotonej (n = 8)	0.1341	0.412	32.33
	Grasslandj (n = 15)	0.1948	0.456	39.11

CWo = climate temperate with rains in the summer, the most subhumid of the subhumids.

CW1 = climate temperate with rains in the summer, the driest of the subhumids.

Cuadro 2

NÚMERO DE INDICIOS Y DE BULBOS *Oxalis* (Número/ha) POR GRUPOS
DE VEGETACIÓN

NUMBER OF SIGNS AND *Oxalis* BULBS (Number/ha) BY VEGETATION GROUPS

	<i>Forest</i>	<i>Ecotone</i>	<i>Grassland</i>	<i>Standard Deviation</i>
Feathers	0.08 ^b	0.75 ^a	0.40 ^{ab}	0.46
Feces	0.08 ^b	0.75 ^a	0.40 ^{ab}	0.50
Nests	0.43 ^c	1.75 ^a	0.93 ^b	0.80
Scratches	0.83 ^c	7.5 ^a	4.0 ^b	1.41
<i>Oxalis</i> Bulbs	45 899 ^c	287 000 ^a	153 000 ^b	851 000

^{a,b,c} Means with different superscript within the row are different (P < 0.05)

Discussion

Quail densities estimated at Hualtepec region were considered higher than those recorded in the State of Mexico,⁶ this is because habitat conditions are less perturbed in the studied area. Tapia *et al.*⁶ found a greater density in the forest than grassland, but they mentioned that the presence was most notorious at

2 890 m.¹¹ Otros autores informan que se puede encontrar desde los 1 060 hasta los 3 000 m de altitud;^{18,19} sin embargo, estos valores incluyen a la subespecie *C. Montezumae mearnsii*, que es diferente a la *C. Montezumae montezumae*, que se encuentra sólo en el centro de México.¹¹

La densidad media observada (0.16 codornices/ha) es similar a la registrada en el Estado de México

the transitional zone. In the State of Mexico there is more impact of forestry, agricultural and cattle grazing activities¹⁰ than in Hualtepec region, which may explain differences in distribution according to vegetation types. In this study, quail was detected as low as 1 800 m, whereas in the State of Mexico it has been detected from 2 500-2 890 m.¹¹ Other authors have reported that this species can be found from 1 060 to 3 000 m of altitude;^{18,19} however, these values correspond to the subspecies *C. Montezumae mearnsii*, which is different to the *C. Montezumae montezumae*, found only in central Mexico.¹¹

The mean density observed (0.16 quails/ha) is similar to that registered in the State of Mexico (0.18 quails/ha⁶) and confirms the results of Leopold and McCabe,¹ who asserted that pine-oak forest holds bigger populations than those found in Arizona, United States of America. In fact, this population density is greater than those registered at grasslands in the USA (Arizona 0.10,²⁰ 0.069;²¹ Texas, 0.09²²). At the Hualtepec region, the estimated population was of 914 individuals, which is a good indicator of the habitat condition, considering the area, because it is similar to the estimated population in Almoloya de Juárez, and even greater than those of Atlacomulco, Ixtlahuaca, Morelos and Temascalcingo, State of Mexico.⁶ These results highlight the importance to establish a conservation program at Hualtepec, mainly if it is considered that there is a tremendous deforestation problem in the State of Mexico given that the counties of Acambay, Aculco and Jilotepec, are deforested surfaces with more than 2 000 ha each.²³

Feathers are signs that quails may be using the ecotone and the grassland to take soil baths to eliminate ectoparasites and to maintain healthy populations, also as sleeping areas because they require a good herbaceous layer density, for protection from predators and temperature changes.^{5,24,25} In other study in the State of Mexico feathers were also found in grasslands and agricultural zones, and in minor quantities in ecotone and in pine-oak forest.²⁶

Nesting is carried out mainly in the ecotone, followed by the grassland and forest, where there are herbaceous plants that these birds use as protection from predators like the Cooper's hawk²⁴ and reptiles.²⁵ These results contrast with those obtained in the State of Mexico, where the greatest numbers of nests were found in grasslands.²⁶ Nests are placed within a herbaceous layer of 15 to 20 cm height at dense grasslands; preferences for nesting on the ecotone zone could be related to the presence of *Aristida adscendicionis*, *Avena fatua*, *Bouteloua hirsuta*, *Hilaria cenchroides*, *Eragrostis* sp and *Stipa eminens*, plant species that provide materials for nest building.²⁶ Presence of nest and other signs have been used to define suitable habitat for the quail,

(0.18 codornices/ha⁶) y confirma los resultados de Leopold y McCabe,¹ quienes indican que en los bosques de pino-encino habría poblaciones más numerosas que las encontradas en Arizona, Estados Unidos de América. De hecho, la densidad poblacional es mayor que las registradas en agostaderos de Estados Unidos (Arizona 0.10,²⁰ 0.069;²¹ Texas, 0.09²²). Se estima una población de 914 individuos en la región de Hualtepec, lo cual es un buen indicador de la condición del hábitat, considerando el área, pues sería similar a la población estimada en Almoloya de Juárez, y mayor que la estimada para Atlacomulco, Ixtlahuaca, Morelos y Temascalcingo, Estado de México.⁶ Estos resultados destacan la importancia de establecer un programa de conservación en la región de Hualtepec, sobre todo si se considera que en el Estado de México existe un problema grave de deforestación, ya que los municipios de Acambay, Aculco y Jilotepec, se consideran superficies deforestadas superiores a las 2 000 ha en cada uno de ellos.²³

Los indicios de plumas muestran que la codorniz puede estar usando el ecotono y el pastizal para darse baños de tierra, con el propósito de eliminar ectoparásitos y mantener sanas sus poblaciones, así como para dormir, pues necesita áreas con buena densidad de herbáceas, que usa como refugio ante depredadores y cambios de temperatura.^{5,24,25} En otro estudio en el Estado de México también se encontraron plumas en áreas agrícolas y pastizales, y en menor cantidad en el ecotono y en el bosque de pino-encino.²⁶

La anidación se lleva a cabo preferentemente en ecotono, seguido de pastizal y bosque, donde hay presencia de herbáceas, que les permiten protegerse de depredadores como el gavilán de Cooper²⁴ y reptiles.²⁵ Estos resultados difieren de los encontrados en el Estado de México, donde el mayor número de nidos se localizó en los pastizales.²⁶ Los nidos son contruidos en herbáceas con altura entre 15 y 20 cm en pastizales densos, y las preferencias de anidar en ecotono pueden estar asociadas con la presencia de *Aristida adscendicionis*, *Avena fatua*, *Bouteloua hirsuta*, *Hilaria cenchroides*, *Eragrostis* sp y *Stipa eminens*, especies que proporcionan materiales para la construcción de sus nidos.²⁶ La presencia de nidos y otros indicios se han usado también para determinar las áreas apropiadas para la codorniz, por medio de sistemas de información geográfica,^{11,26} y se ha encontrado que las áreas potenciales de anidación son los pastizales donde no hay sobrepastoreo.²⁶

Los rascaderos son resultado de la búsqueda de alimento, ya que la codorniz es un ave con hábitos alimentarios altamente especializados, que obtiene la mayor parte de su alimento rascando en el suelo, para obtener principalmente los bulbos de *Oxalis*, que constituyen su principal alimento,^{1,7,8,27,28} pues aportan

using geographic information systems,^{11,26} and it has been found that potential areas for nesting are grasslands without overgrazing.²⁶

Soil scratches are the result of the food searching, because this quail has highly specialized foraging habit, namely, the bird obtains most of its food by scratching the ground, mainly to obtain *Oxalis* bulbs that comprise their main food,^{1,7,8,27,28} as this tuber provides the animal with starch, fat, protein and low water content. The species does not use drink water and covers its requirements with metabolic water and from the foods, which is of great importance for survival, since it allows the quail to live in areas where domestic animals do not graze.²⁹ Bulb availability in square meters at Hualtepec was greater than those registered in studies carried out in the State of Mexico (0.42 to 1.25;¹⁰ 0.56 to 1.38³⁰) and similar to another study (7.05⁷).

The greatest number of scratches was found in ecotone where there was more *Oxalis* bulb availability. In a study in the State of Mexico,²⁶ the greatest number of scratches was observed in grassland, with little presence of domestic cattle; nevertheless, food availability was not measured, which can be determined by the presence of these traces. Number of *Oxalis* bulb for the ecotone and grassland were greater than those reported by Hernandez *et al.*,⁷ who found 7.05 bulbs/m², and estimated that with that availability the needs of up to 8.14 quails/ha could be met; indicating food is not a constrain for the population at Hualtepec.

The population density of Montezuma quail at Hualtepec attests the possibility of a sustainable use through hunting in that region. In Mexico 14 species of quail have been reported,¹ of which only eight are treated as game species: scaled quail (*Callipepla squamata*), bobwhite quail (*Colinus virginianus*), California quail (*Callipepla californica*), mountain quail (*Oreortyx pictus*), gambel quail (*Callipepla gambelii*), Yucatan quail (*Colinus nigrogularis*), Douglas quail (*Callipepla douglasii*), and the Mearns or Montezuma quail (*Cyrtonyx montezumae*),¹² generally, for subsistence hunting in rural communities. Lack of studies about the basic biology and abundance of the rest of the species which are distributed in the valley of Mexican has caused that their harvesting is not pondered and that only four out of eight species mentioned are the most exploited in the country, because of their widespread ranges and higher abundance. In Mexico, sport quail hunting is legally allowed only inside UMAS;² that is, ranches legally registered for that purpose, where the owner offers hunting services and licenses by a fee ranging from 300 to 500 dollars daily, it includes a federal tag with a cost of 15 dollars, which is paid to the Mexican Secretary of Treasury. These tags legalize the trophies; hunting bag limits varies according

almidón, grasa, proteína y un bajo contenido de agua. La especie no usa agua de bebida y cubre sus requerimientos con agua metabólica y de los alimentos, lo cual es de gran importancia para su sobrevivencia, pues le permite habitar en áreas donde otros animales domésticos no pastorean.²⁹ La disponibilidad de bulbos de *Oxalis* por m² en Hualtepec fue mayor a la registrada en los estudios efectuados en el Estado de México (0.42 a 1.25;¹⁰ 0.56 a 1.38³⁰) y similar a otro estudio (7.05⁷).

El mayor número de rascaderos se encontró en el ecotono donde hubo más disponibilidad de bulbos de *Oxalis*. En un estudio en el Estado de México,²⁶ el mayor número de rascaderos se observó en pastizal, con poca presencia de ganado doméstico; sin embargo, no se midió la disponibilidad de alimento, lo cual puede estar determinado por la presencia de estos indicios. El número de bulbos de *Oxalis* para el ecotono y el pastizal fue mayor al registrado por Hernández *et al.*,⁷ quienes encontraron 7.05 bulbos/m², y estimaron que con esa disponibilidad se podrían mantener las necesidades de hasta 8.14 codornices/ha, lo cual indica que el alimento no es una limitante para la población del hábitat de Hualtepec.

La densidad poblacional de codorniz en Hualtepec muestra la posibilidad de llevar a cabo un aprovechamiento sustentable mediante la actividad cinegética en la región. En México se tienen notificadas 14 especies de codornices,¹ de las cuales sólo se aprovechan ocho: codorniz escamosa (*Callipepla squamata*), codorniz común/cotuí (*Colinus virginianus*), codorniz de California (*Callipepla californica*), codorniz de montaña (*Oreortyx pictus*), codorniz chiquiri/de gambel (*Callipepla gambelii*), codorniz yucateca (*Colinus nigrogularis*), codorniz crestidorada (*Callipepla douglasii*), y la codorniz Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae*),¹² generalmente para la caza o el autoconsumo de las comunidades rurales. La falta de estudios sobre la biología y abundancia de las demás especies que se distribuyen en zonas de la región del valle de México, hace que su aprovechamiento no sea considerado, y que sólo cuatro de las ocho especies mencionadas sean las más aprovechadas en el país, como consecuencia de su mayor distribución y abundancia. En México, la caza de codorniz se desarrolla dentro de las UMAS² registradas para tal efecto, donde el propietario ofrece a los cazadores los servicios cinegéticos y el derecho a cazar por un pago que va de 300 a 500 dólares diarios, que incluye la entrega de un cintillo de cobro que tiene un costo de 15 dólares (permiso federal), el cual se paga a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Este permiso ampara la posesión de los especímenes, que varía según la abundancia de la especie dentro de la UMAS, y que por lo general, es de 15 a 30 individuos, aunque en ocasiones puede ser de hasta 60

to the abundance of the species within the UMAS but generally, they go from 15 to 30 quails, although sometimes it can be up to 60 birds. Under this system, considerable benefits goes directly to the UMAS owner and net profit depends, besides the abundance of the species, on the type and quality of hunting services that the owner offers as well as the number of hunters an UMAS can accommodate. In Mexico a number of UMAS have been created in the northern and central regions of the country, for which it would be worth that UMAS owner published their business efficiency as a support to encourage sport hunting of quail species. As proof of this last, a recent study of one UMAS for waterfowl hunting in the State of Mexico demonstrated an indirect benefit of employment for 49 people for one year and an estimated profit of 20 thousand dollars at year.³¹

The study emphasizes the importance to generate baseline knowledge of the Montezuma quail⁵ in order to establish conservation and sustainable use programs. The results indicate that suitable habitat exists for the Montezuma quail in the Hualtepec region.

Acknowledgments

Economical support for this study was granted by the National Council for Science and Technology (Conacyt, Project G29008-B).

Referencias

1. Leopold AS, McCabe RA. Natural history of the Montezuma quail in Mexico. *Condor* 1957; 59: 3-26.
2. Leopold AS. Fauna Silvestre de México: aves y mamíferos de caza. 3ª ed. Mexico DF: Ediciones Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, 1990.
3. Del Hoyo J, Elliot A, Sargatal J. Handbook of the birds of the world. Vol 2. New world vultures to guineafowl. Barcelona: Lynx Editions, 1994: 412-439.
4. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. NOM-059-ECOL-2001. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestre-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 6 de marzo de 2002.
5. Stromberg MR. Montezuma quail. *The birds of North America*. 2000;524:1-20.
6. Tapia RJ, Ibarra ZS, Mendoza MGD, Zaragoza HC, Clemente SF, Tarango AL. Densidad poblacional de la codorniz Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae*) en la región noroeste del Estado de México, México. *Vet Méx* 2002; 33:255-263.
7. Hernández TM, Mendoza MGD, Zaragoza HC, Clemente SF, Tarango AL, Valdez R. Estimación de la capacidad nutricional de carga para *Cyrtonyx montezumae*. *Revista Científica FCV-LUZ* 2005; 15:27-32.
8. Zaragoza HC, Mendoza MGD, Ibarra ZS, Crosby GMM,

codornices por cintillo. Bajo este sistema de comercio, el beneficio directo es considerable para el propietario de la UMAS, y la ganancia neta depende, además de la abundancia de la especie, de la disponibilidad de servicios que ofrezca el propietario y la capacidad para recibir un número considerable de cazadores. En México existen diversas UMAS que se dedican a esta actividad en el norte y centro del país, por lo que valdría la pena publicar su eficiencia empresarial para dar soporte al aprovechamiento de estas especies. Como prueba de esto último, en un estudio sobre una UMAS de cacería de aves acuáticas, se demostró que los beneficios indirectos generaban empleos para 49 personas al año en el Estado de México, con una ganancia aproximada de 20 mil dólares anuales.³¹

Se ha destacado la importancia de generar conocimiento básico de la codorniz Moctezuma⁵ con el objeto de que puedan establecerse programas de conservación y aprovechamiento sustentables. Los resultados indican que en la región de Hualtepec existen condiciones de hábitat favorables para la codorniz Moctezuma.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, de México (Conacyt, Proyecto G29008-B), por el apoyo financiero para este estudio.

Clemente SF, Aguillar VC. Composición de la dieta de la codorniz Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae*) en el noroeste del Estado de México, México. *Vet Méx* 2004; 35:215-223.

9. Herrera HJG, Mendoza MGD, Hernández GA. La ganadería familiar en México. Aguascalientes (Ags): Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1998.
10. Zaragoza HC. Caracterización del hábitat y composición de la dieta de la codorniz Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae*) en el noroeste del Estado de México (tesis de maestría). Montecillo (Edo. de México) México: Colegio de Postgraduados, 2001.
11. Hernández TM. Predicción de hábitat para *Cyrtonyx montezumae* aplicando estadística bayesiana y distancia de Mahalanobis en un sistema de información geográfica (tesis de doctorado). Montecillo (Edo. de México) México: Colegio de Postgraduados, 2005.
12. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Dirección General de Vida Silvestre. Temporada de Aprovechamiento 2005-2006. [serie en línea] 2006 mayo [citado 2006 nov 20] Disponible en: URL: http://www.semarnat.gob.mx/vs/aprovechamiento2005_2006.shtml
13. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Gobierno del Estado de Hidalgo. Anuario Estadístico del Estado de Hidalgo. Aguascalientes

- (Ags): Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2002.
14. Cotecoca. Coeficientes de los agostaderos de Hidalgo. México (D F): Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1982.
 15. Brown DE. Factors Influencing reproductive success and populations densities in Montezuma Quail. *J Wildl Mgmt* 1979; 43: 522-526.
 16. Tomas 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.
 17. SAS Institute. Statistical analysis system (computer program). Version 5. Cary (NC): SAS Institute Inc, 1985.
 18. Johnsgard PA. The quails, partridges and francolins of the world. New York (US): Oxford University Press, 1988.
 19. Sibley CG, Monroe B L. Distribution and taxonomy of the birds of the world. New Haven (US): Yale University Press, 1990.
 20. Wallmo OC. Nesting of mearns quail in southeastern Arizona. *Condor* 1984; 56:125-128.
 21. Stromberg MR. Habitat, movements and roost characteristics of Montezuma Quail in southeastern Arizona. *Condor* 1990; 92: 229-236.
 22. Albers RP, Gehlbach FR. Choices of feeding habitat by relict Montezuma Quail in Central Texas. *Wilson Bull* 1990; 102: 300-308.
 23. Secretaría de Ecología. Programa de ordenamiento ecológico del territorio del Estado de México. México (DF): Secretaría de Ecología. 2002.
 24. Ibarra SZ, Álvarez G, Mendoza MG, Zaragoza HC, Tarango LA, Clemente SF. Morfología y dieta del Gavilán de Cooper (*Accipiter cooperii*) en la región noroeste del Estado de México. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 2000; 6: 63-68.
 25. Yaeger WM. Mearn's quail management information. Project W-53-R-17, work plan. Phoenix (Az): Arizona Game and Fish Department, 1967.
 26. Palafox HME. Aplicación de la distancia de Mahalanobis e imágenes de satélite, para localizar áreas de reproducción de *Cyrtonyx montezumae* en el noroeste del Estado de México (tesis de licenciatura). Chapingo (Edo. de México) México: Universidad Autónoma Chapingo, 2004.
 27. Hernández TM, Romero SME, Aguilar VBC, Ibarra ZS, Crosby GMM, Mendoza MGD. Composición de la dieta de la codorniz Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae*) en municipios del noroeste del Estado de México. *Anales del Instituto de Biología Serie Zoología*. 2004; 75:355-361.
 28. Bishop R A, Hungerford CR. Seasonal food selection of Arizona mearns quail. *J Wildl Mgmt* 1965; 4: 813-819.
 29. Brown RL. Effects of livestock grazing on mearns quail in southeaster Arizona. *J Range Mgmt* 1865;4:813-819.
 30. Romero SME. Determinación de la cantidad y calidad de la dieta de la Codorniz Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae*) en el noroeste del Estado de México (tesis de licenciatura), Chapingo (Edo. de México) México: Universidad Autónoma Chapingo, 2003.
 31. Hernández TM. 2000. Evaluación financiera de la unidad de conservación manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre San Pedro Tultepec, Estado de México (tesis de maestría), Colegio de Postgraduados (Edo. De México) México: Colegio de Postgraduados, 2000.