

## Diversidad de aves en cultivos de Santa María Yahuiche, Sierra Madre de Oaxaca, México\*

### Bird diversity in cultivars of Santa María Yahuiche, highland from Oaxaca, Mexico

Andrea Rosario Santos Benítez<sup>1</sup>, Ana Lilia Hernández Ramírez<sup>1</sup>, Mario César Lavariega<sup>2</sup> y Rosa María Gómez-Ugalde<sup>1§</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. Ex-Hacienda Nazareno s/n Xoxocotlán, Oaxaca México. C.P. 71230. Tel. 01(951)51 704 44. (andy\_soronita@hotmail.com; johana\_jivi@hotmail.com). <sup>2</sup>CIIDIR-IPN Unidad Oaxaca. Calle Hornos 1001 Colonia Nochebuena C.P. 71230. Tel. 01 951 5170610. (mariolavnol@yahoo.com.mx).  
<sup>§</sup>Autora para correspondencia: rmgomez80@hotmail.com.

#### Resumen

Con el objeto de contribuir al conocimiento de la avifauna de la Sierra Madre Oriental se analizó la diversidad de aves en áreas agrícolas de Santa María Yahuiche, Oaxaca. Los datos fueron obtenidos con un trabajo de campo de 1 440 m/red/hora y 86 h de observación en búsqueda intensiva, a lo largo de 14 días de colecta distribuidos en 2012. Se obtuvieron un total de 187 registros visuales y 52 capturados con redes niebla. La riqueza específica de los Terrenos Agrícolas de Santa María Yahuiche está representada por 52 especies, pertenecientes a 19 familias y 6 órdenes, sin embargo aún quedan especies por registrar. Las aves con residencia permanente fueron las más abundantes. El índice de Shannon-Wiener fue de  $H' = 3.54 \text{ nats}$  con un valor de equidad de especies de  $J' = 0.89$ ). La avifauna de Santa María Yahuiche es prioritaria para su conservación, debido a la presencia de especies endémicas (9) y bajo alguna categoría de riesgo (1) de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, asociadas a actividades agrícolas.

**Palabras clave:** avifauna, diversidad, categoría de riesgo.

#### Abstract

In order to contribute to the knowledge of the bird diversity from the Oriental highland, was analyzed the diversity of birds in agricultural areas of Santa María Yahuiche, Oaxaca. The data was obtained with a field work of 1 440 m/network/hour and 86 hours of observation in intensive search, over 14 days of collection distributed in 2012. It was obtained a total of 187 visual records and 52 captured with mist nets. Bird species richness of agricultural lands from Santa Maria Yahuiche is represented by 52 species belonging to 19 families and 6 orders; however there are still species to be recorded. Permanent resident birds were the most abundant. The Shannon-Wiener index was  $H' = 3.54 \text{ nats}$  with an equity value of species  $J' = 0.89$ . The bird diversity from Santa María Yahuiche is a priority for conservation, due to the presence of endemic species (9) and under some category of endangerment (1) according to NOM-059-SEMARNAT-2010, associated with agricultural activities.

**Key words:** birds, diversity, risk category.

## Introducción

El estado de Oaxaca ocupa el primer lugar a nivel nacional en riqueza de aves con 744 especies con presencia confirmada por especímenes en colecciones científicas o avistamientos confiables (Navarro *et al.*, 2004; Forcey y Aragón, 2009; MacAndrews *et al.*, 2010; Ramírez-Julián *et al.*, 2011), lo que representa 67% de la avifauna total de México; además se considera que otras 52 especies podrían encontrarse en el territorio (Navarro *et al.*, 2004). Asimismo, por la riqueza de aves, endemismos y especies en riesgo, en Oaxaca se reconocen 12 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA's; Arizmendi y Márquez, 2000). Entre éstas la AICA Sierra Norte, es una de las más importantes a nivel nacional, por el elevado número de especies que alberga, con 484, que representa 44% del total nacional, y por lo menos 66 especies endémicas y cuasiendémicas (Arizmendi y Márquez, 2000).

Particularmente, en esta región se han realizado diversos estudios entre los que se encuentran los trabajos de Forcey (2002a, 2002b, 2002c), Grosselet y Bursu (2005); sin embargo, si bien el conocimiento de la riqueza de aves en esta región es más claro, poco se conoce de la influencia que tienen las actividades antropogénicas sobre de la composición y estructura de las comunidades de aves, por ello en este trabajo se analiza la diversidad de aves en cultivos de Santa María Yahuiche, Sierra Norte.

## Materiales y métodos

Santa María Yahuiche, Municipio de Ixtlán de Juárez, forma parte de la provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur y a la subprovincia fisiográfica Sierra Madre de Oaxaca entre las coordenadas geográficas 17° 17' de longitud oeste y 96° 28' de latitud norte y presenta un gradiente altitudinal sur-norte de 1 000 a 2 200 msnm; se caracteriza por la topografía accidentada con pocas interrupciones de terrenos planos o de pendientes suaves (Ortiz *et al.*, 2004; INEGI, 2009). En la zona predominan el clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano (CW) y el templado subhúmedo con lluvias en verano (Aw). El rango de temperatura es de 16 a 22 °C y la precipitación media anual se encuentra entre 700 a 1 000 mm (INEGI, 2009).

## Introduction

The Oaxaca state ranks first nationally in bird richness with 744 bird species with confirmed presence by specimens in scientific collections or reliable sightings (Navarro *et al.*, 2004; Forcey and Aragón, 2009; MacAndrews *et al.*, 2010; Julián- Ramírez *et al.*, 2011), representing 67% of the total bird diversity from Mexico; also considered other 52 species that may be found in the territory (Navarro *et al.*, 2004). Also, due to bird species richness, endemic and endangered species, in Oaxaca are recognized 12 Important Areas for Bird Conservation (AICA's; Arizmendi and Márquez, 2000). Among these the AICA highlands, are one of the most important at national level, by the high number of species it contains, with 484, which represents 44% of the national total, and at least 66 endemic and migratory species (Arizmendi and Márquez, 2000).

Particularly in this region have been several studies among which are the works of Forcey (2002a, 2002b, 2002c), and Bursu Grosselet (2005); however, while knowledge of bird species richness in this region is clearer, little is known about the influence of anthropogenic activities on the composition and structure of bird communities, so this paper analyzes the diversity of birds in cultivars from Santa María Yahuiche, north highland.

## Materials and methods

Santa María Yahuiche, Municipality of Ixtlán de Juárez, is part of the physiographic province of north highland and physiographic sub province highland of Oaxaca between geographical coordinates 17° 17' W and 96° 28' N and has a north-south elevation gradient from 1 000 to 2 200 masl; is characterized by rugged topography with few interruptions of flat terrains or soft slopes (Ortiz *et al.*, 2004; INEGI, 2009). In the area predominates a semi warm humid climate with summer rains (CW) and temperate sub humid with summer rains (Aw). The temperature range is 16-22 °C and annual average rainfall is 700 to 1 000 mm (INEGI, 2009).

The sampling sites were located on agricultural land from communal property located near the center of population, at altitudes ranging from 1 700 to 2 000 masl, nearly flat

Los sitios de muestreo se ubicaron en terrenos agrícolas de propiedad comunal localizados cerca del núcleo poblacional, a altitudes que van desde los 1 700 a los 2 000 msnm, en superficies casi planas, poca pendiente y suelo arcilloso, los cuales son utilizados en su mayoría para la siembra de maíz, frijol, calabaza, aunque algunas personas siembran hortalizas y frutales (manzana, durazno, pera), así también chícharo, miltomate, garbanzo, trigo pero en menor grado. Entre las plantas silvestres que nacen en los terrenos se encuentran quelite, acahual, verdolagas y mostaza. En el área de estudio se practica la siembra de temporal (otoño-invierno) y de riego (primavera-verano). De acuerdo con INEGI (2000) los tipos de vegetación que conforman el paisaje heterogéneo de Santa María Yahuiche son bosque de encino (1 700 a 2 100 msnm), bosque de pino-encino (1 700 a 2 200 msnm), selva baja caducifolia (1 500 a 2 000 msnm), vegetación secundaria (1 900 a 2 100 msnm) y vegetación ribereña (1 500 a 1 700 msnm).

### Colecta de datos

Se realizaron cinco muestreos en 2012, con una duración promedio de 2.8 días cada uno. Para el registro de aves, se realizaron recorridos por senderos entre las 07:00 a 12:00 h y de 16:00 a 18:00 h. Para la observación de aves se utilizaron binoculares (10 x 30 x 50 y 8 x 40) y cuando fue posible se obtuvieron registros fotográficos (Sony DCR-SX21). La información por registro fue: paraje, posición geográfica (Garmin 60 csx) y número de individuos observados. Adicionalmente se utilizaron cuatro redes de niebla de 12 x 3 m, con una luz de malla de 38 mm, que permanecieron desplegadas de las 06:00 a 12:00 h, y de las 16:00 a 18:00 h. La identificación taxonómica se realizó con las guías de campo de Kaufman (2000) y Howell y Webb (1995).

### Análisis de datos

El esfuerzo de colecta para el método de redes de niebla se calculó siguiendo la metodología propuesta por Medellín (1993). Las especies observadas se organizaron de acuerdo a la AOU (2012) y se obtuvo la riqueza específica (S). La estacionalidad de las aves se elaboró con la consulta de Binford (1989), Howell y Webb (1995) y Navarro *et al.* (2004). La abundancia relativa de las especies se calculó con el número promedio de individuos detectados por unidad de esfuerzo muestral (Ojasti, 2000) al multiplicar el cociente del número de días en los que se registraron los individuos de cada especie y el total del número de días de muestreo por 100; las especies se clasificaron de acuerdo a lo propuesto

surfaces, low slope and clay soil, which are used mostly for planting corn, beans, squash, although some people grow vegetables and fruit trees (apple, peach, pear), thus as peas, green tomatoes, chickpeas, wheat but in less degree. Among the wild plants that are born in the land are pigweed, sunflower, purslane and mustard. In the study area is practiced rainfed (autumn-winter) and irrigation cultivation (spring-summer). According to INEGI (2000) vegetation types that comprise the heterogeneous landscape of Santa María Yahuiche are oak forest (1 700 to 2 100 masl), pine-oak forest (1 700 to 2 200 masl), deciduous forest (1 500 to 2 000 masl), secondary vegetation (1 900 to 2 100 masl) and riparian vegetation (1 500 and 1 700 masl).

### Data collection

Five samplings were conducted in 2012, with an average duration of 2.8 days each. For the recording of birds, trail tours were conducted between 7:00 to 12:00 h and from 16:00 to 18:00 h. For bird watching binoculars were used (10 x 30 x 50 and 8 x 40) and, when possible photographic records were obtained (Sony DCR-SX21). The recorded information was: landscape, geographical position (Garmin 60 csx) and number of individuals observed. Additionally four mist nets were used of 12 x 3 m with a mesh size of 38 mm, which remained deployed from 6:00 to 12:00 h and from 16:00 to 18:00. Taxonomic identification was performed with field guides of Kaufman (2000) and Howell and Webb (1995).

### Data analysis

The collection effort for the mist netting method was calculated following the methodology proposed by Medellín (1993). The species observed were organized according to the AOU (2012) and obtained the species richness (S). The seasonality of birds was developed with the consultation of Binford (1989), Howell and Webb (1995) and Navarro *et al.* (2004). The relative abundance of the species was calculated using the average number of individuals detected per unit of collection effort (Ojasti, 2000) by multiplying the ratio of the number of days in which were recorded individuals of each species and the total number of sampling days per 100; species were classified according to the proposal by Pettingill (1985) in: abundant (90-100%), common (65-89%), moderately common (31-64%), uncommon (10-30%) and rare (1-9%). To determine the situation of risk was consulted Mexican Official Standard 059 (SEMARNAT 2010) and the Red List of the International Union for Conservation of Nature (IUCN, 2012).

por Pettingill (1985) en: abundantes (90-100%), común (65-89%), moderadamente común (31-64%), no común (10-30%) y rara (1-9%). Para determinar la situación de riesgo se consultó la Norma Oficial Mexicana 059 (SEMARNAT 2010) y la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2012).

Con el fin de determinar si el esfuerzo de muestreo fue suficiente para registrar la riqueza avifaunística se obtuvo la curva de acumulación de especies con los modelos de dependencia lineal y de Clench con la aplicación Species Accumulation Functions Versión Beta (CIMAT, 2003), los datos se aleatorizaron previamente 100 veces el programa EstimateS Versión 8 (Colwell 2009) para eliminar el efecto del orden en que se ingresan (Moreno y Halffter 2000). Para calcular el esfuerzo de muestreo adicional y obtener el número de especies presentes con 95% de confianza se utilizó la expresión derivada de la ecuación de Clench (Soberon y Llorente 1993; Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

### Diversidad y abundancia

La dominancia de la comunidad de aves se obtuvo utilizando el índice de Simpson (Álvarez *et al.*, 2006; Magurran, 1988.) y la equitatividad con el índice de Shannon-Wiener (Moreno 2001; Álvarez *et al.*, 2006). Para su cálculo se utilizó el logaritmo natural por lo que las unidades se expresan en nats/individuo (Tuomisto, 2010). La proporción de la diversidad observada en relación con la máxima diversidad esperada ( $H'_{max} = \ln(S)$ ) se obtuvo con el índice Pielou ( $J' = H'/H'_{max}$ ) en base en los valores de diversidad del índice de Shannon-Weiner (Moreno 2000, 2001; Álvarez *et al.*, 2006).

## Resultados

Con un esfuerzo de muestreo de 1 440 m/red/hora y 86 h de observación en búsqueda intensiva, distribuidos en 14 días de colecta, se obtuvo un total de 239 registros, de los cuales 52 (21.75%; 24 especies) se capturaron en redes, 187 (78.24%; 40 especies) fueron registros visuales (búsqueda intensiva), para un total de 52 especies, con un registro de seis especies se registraron por ambos métodos. Las especies observadas corresponden a 19 familias y 6 órdenes (Cuadro 1, 2 y 3). El orden mejor representado fue passeriformes con 13 familias y 42 especies, en tanto que dos familias estuvieron representadas por una especie (Cracidae y Columbidae).

In order to determine if the collection effort was enough to record bird species richness was obtained the species accumulation curve with linear dependency models and Clench with the application Species Accumulation Functions Beta Version (CIMAT, 2003), data previously randomized 100 times EstimateS program Version 8 (Colwell 2009) to eliminate the effect of order in which are entered (Moreno and Halffter, 2000). To calculate the additional collection effort and to obtain the number of species with 95% confidence was used the expression derived from the equation of Clench (Soberon and Llorente 1993; Jiménez-Valverde and Hortal, 2003).

### Diversity and abundance

The dominance of the bird community was obtained using the Simpson index (Álvarez *et al.*, 2006; Magurran, 1988) and evenness with the Shannon-Wiener index (Moreno, 2001; Álvarez *et al.*, 2006). For its calculus was used the natural logarithm, so that the units are expressed in nats / individual (Tuomisto, 2010). The proportion of the diversity observed in relation with the maximum diversity expected ( $H'_{max} = \ln(S)$ ) was obtained with the Pielou index ( $J' = H' / H'_{max}$ ) based on the diversity values of Shannon -Wiener index (Moreno 2000, 2001; Álvarez *et al.*, 2006).

## Results

With a collection effort of 1 440 m / network / h and 86 h of observation in intensive search, in 14 days of collection, was obtained a total of 239 records, of which 52 (21.75%; 24 species) were captured by nets, 187 (78.24%; 40 species) were recorded visually (intensive search), for a total of 52 species, with a record of six species were recorded by both methods. Species observed correspond to 19 families and 6 orders (Table 1, 2 and 3). The order best represented were passerines with 13 families and 42 species, while two families were represented by one species (Cracidae and Columbidae).

### Species accumulation curve

In the accumulation curves (Figure 1) is appreciated that there are still species to be recorded. Based on the Clench model, was recorded 45.86% of the birds and to reach the asymptote, with a record of 95% confidence, it requires

**Cuadro 1. Riqueza de aves en áreas agrícolas de Santa María Yahuiche, Ixtlán de Juárez, Oaxaca.**  
**Table 1. Birds species richness in agricultural areas of Santa María Yahuiche, Ixtlán of Juárez, Oaxaca.**

Orden	Familia	Especie	EST	Método	
				R	BI
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	R		1
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	R		4
		<i>Cathartes aura</i>	R		5
	Accipitridae	<i>Buteo albonotatus</i> <sup>Pr</sup>	VI		1
		<i>Buteo jamaicensis</i>	R		2
		<i>Zenaida asiática</i>	VI		8
Columbiformes	Columbidae	<i>Hylocharis leucotis</i>	R		3
Apodiformes	Trochilidae	<i>Lampornis clemenciae</i> <sup>SE</sup>	R	1	
		<i>Picoides scalaris</i>	R		1
Piciformes	Picidae	<i>Colaptes auratus</i>	R		3
		<i>Myiopagis viridicata</i>	R	1	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus sordidulus</i>	V	1	
		<i>Empidonax traillii</i>	VI	1	
		<i>Empidonax minimus</i>	TM	1	
		<i>Empidonax oberholseri</i> <sup>SE</sup>	VI	1	
		<i>Pyrocephalus rubinus</i>	R		10
	Vireonidae	<i>Vireo huttoni</i>	R	1	1
		<i>Vireo gilvus</i>	VI	5	
		<i>Aphelocoma californica</i>	R		10

Estacionalidad (EST)= residente (R); visitante de invierno (VI); visitante de verano (V) y transitante migratorio (TR); endemismo (END)= endémico (E); cuasiendémico (CE) y semiendémico (SE); categoría de riesgo= Norma Oficial Mexicana 059 (NOM-059), sujeta a protección especial (Pr); Método= redes (R) y búsqueda intensiva (BI).

**Cuadro 2. Riqueza de aves en áreas agrícolas de Santa María Yahuiche, Ixtlán de Juárez, Oaxaca.**  
**Table 2. Birds species richness in agricultural areas of Santa María Yahuiche, Ixtlan of Juárez, Oaxaca.**

Orden	Familia	Especie	EST	Método		
				R	BI	
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Tachycineta thalassina</i>	VI		2	
		<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	R		10	
	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus jocosus</i> <sup>E</sup>	R	4	15	
		Poliptilidae	<i>Poliptila caerulea</i>	R		5
	Turdidae		<i>Sialia sialis</i>	R		4
		<i>Catharus aurantiirostris</i>	R	2		
		<i>Toxostoma curvirostre</i>	R		3	
		<i>Melanotis caerulescens</i> <sup>E</sup>	R		7	
		<i>Ptilogonys cinereus</i> <sup>CE</sup>	R		9	
	Ptiligonatidae	<i>Oreothlypis celata</i>	VI		1	
		Parulidae	<i>Setophaga coronata</i>	VI		5
			<i>Setophaga townsendi</i>	VI	2	
	Emberizidae	<i>Basileuterus rufifrons</i> <sup>CE</sup>	R	1	2	
		<i>Cardellina pusilla</i>	VI	1	2	
		<i>Volatinia jacarina</i>	R		2	
		<i>Sporophila torqueola torqueola</i>	R	2	1	
		<i>Atlapetes pileatus</i> <sup>E</sup>	R	1		
<i>Pipilo maculatus</i>		R	1	6		
<i>Aimophila ruficeps</i>		R	1			

Estacionalidad (EST)= residente (R); visitante de invierno (VI); visitante de verano (V) y transitante migratorio (TR); endemismo (END)= endémico (E); cuasiendémico (CE) y semiendémico (SE); categoría de riesgo= Norma Oficial Mexicana 059 (NOM-059), sujeta a protección especial (Pr); método= redes (R) y búsqueda intensiva (BI).



**Cuadro 3. Riqueza de aves en áreas agrícolas de Santa María Yahuiche, Ixtlán de Juárez, Oaxaca.**  
**Table 3. Birds species richness in agricultural areas of Santa María Yahuiche, Ixtlán de Juárez, Oaxaca.**

Orden	Familia	Especie	EST	Método	
				R	BI
Passeriformes	Emberizidae	<i>Melospiza albicollis</i> <sup>E</sup>	R	3	20
		<i>Spizella passerina</i>	R	6	8
		<i>Melospiza lincolnii</i>	VI	3	
	Cardinalidae	<i>Piranga flava</i>	R		3
		<i>Piranga ludoviciana</i>	VI	1	1
		<i>Pheucticus ludovicianus</i>	VI		6
		<i>Pheucticus melanocephalus</i> <sup>SE</sup>	R	2	5
		<i>Passerina caerulea</i>	R		5
	Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	R		2
		<i>Icterus spurius</i>	TM		1
		<i>Icterus galbula</i>	VI		1
	Fringillidae	<i>Euphonia elegantissima</i>	R		1
		<i>Carpodacus mexicanus</i>	R	9	5
		<i>Spinus psaltria</i>	R	1	6

Estacionalidad (EST)= residente (R); visitante de invierno (VI); visitante de verano (V) y transitante migratorio (TR); endemismo (END)= endémico (E), cuasiendémico (CE) y semiendémico (SE); categoría de riesgo= Norma Oficial Mexicana 059 (NOM-059); sujeta a protección especial (Pr); método= redes (R) y búsqueda intensiva (BI).

### Curva de acumulación de especies

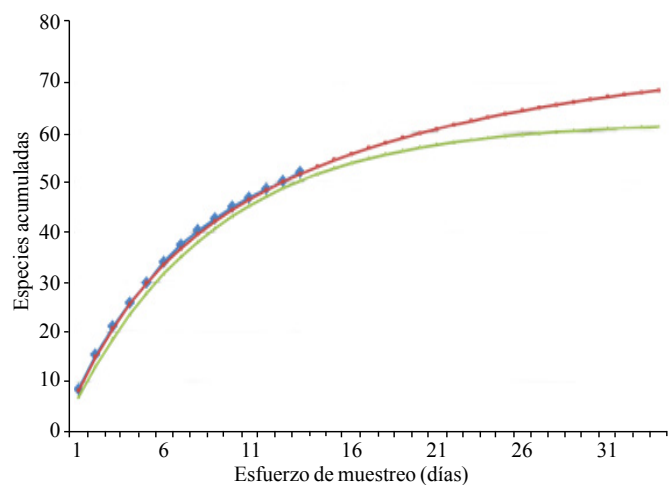
En las curvas de acumulación (Figura 1) se aprecia que aun hay especies por registrar. En base al modelo de Clench, se registró 45.86% de la avifauna y para alcanzar la asíntota, con un registro de 95% de confianza, se requieren de 169 días más de muestreo para adicionar 35 especies a las ya registradas, mientras que en el modelo de dependencia lineal se requieren 11 días, para agregar sólo 10 especies.

### Abundancia

Se obtuvieron 22 especies raras (42.31%), 24 especies como no común (46.15%) y 6 especies moderadamente común (11.54%). Trece especies concentraron 60.7% de los registros siendo *Melospiza albicollis* la mejor representada; mientras que 15 especies se observaron en una sola ocasión (e.g. *Icterus spurius*, *Empidonax oberholseri*, *Atlapetes pileatus*). Con respecto a la estacionalidad (Cuadro 1, 2 y 3) 35 especies son residentes permanentes (67.31%), 14 visitantes de invierno (26.92%), dos transitantes migratorios (3.85%) y un visitantes de verano (1.92%).

Se registró un total de nueve especies (17.31%) dentro de alguna categoría de endemismo de las cuales cuatro especies son consideradas como endémicas, tres semiendémicas y dos cuasiendémicas a México. Del total de especies registradas sólo una especie se encuentra catalogada en riesgo (*Buteo albonotatus*), por la Norma Oficial Mexicana

169 days more of sampling to add 35 species to those already registered, while in the linear dependence model are required 11 days, to add only 10 species.



**Figura 1. Curva de acumulación de especies de aves registradas en campos agrícolas de Santa María Yahuiche.**  
**Figure 1. Accumulation curve of recorded bird species in agricultural fields of Santa María, Yahuiche.**

### Abundance

22 rare species (42.31%), 24 as non common species (46.15%) and 6 moderately common species (11.54%) were obtained. Thirteen species concentrated 60.7% of the records being *Melospiza albicollis* the best represented; while 15 species were observed on a single occasion (i.e.

059 (SEMARNAT, 2010) en tanto que la lista de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2012) no lo incluye.

### Diversidad alfa

La avifauna registrada en los campos agrícolas de Santa María Yahuiche presentó baja dominancia y mayor diversidad de especies en base al índice de Simpson con un valor de 0.039 y un valor de índice de Shannon-Wiener de 3.54 nats, la equidad medida con el índice de Pielou fue cercano a uno (0.89).

### Discusión

En este trabajo se reporta la presencia de 52 especies de aves en Santa María Yahuiche, Sierra Madre de Oaxaca, que representan 4.72% de las aves registradas en México (1 100; AOU, 2012), 7.06% de la avifauna reportada para Oaxaca (736) y 14.43% de la Sierra Norte (Navarro *et al.*, 2004). Cabe notar que el estudio se realizó en un periodo de seis meses, por tanto es de esperar que la lista de especies aumente, particularmente de aquellas que realizan movimientos migratorios.

Respecto a la estacionalidad los resultados obtenidos están influenciados por la época de estudio y por lo tanto no se aprecia un gran componente de especies visitantes de verano e invierno. Así mismo, la abundancia de las especies está relacionada con las estaciones del año, es en la temporada de lluvias cuando la abundancia de la mayoría aumenta, relacionado con crecimiento de la vegetación así como el incremento de invertebrados que sirven de alimento a muchas de las especies de aves (Lau, 2008). Si bien en comparación con otros estudios llevados a cabo en localidades cercanas como el realizado por Grosselet y Burcsu (2005), en Calpulalpan, se registraron menos especies se debe a que el presente estudio solo incluyó áreas de cultivo que si bien pueden proveer fuentes de alimentos no brinda cobertura de protección contra depredadores.

La elevada riqueza de aves en un área relativamente pequeña con pérdida de cobertura vegetal, puede ser el resultado de la heterogeneidad en la cual se encuentran inmersos los terrenos de cultivo de Santa María Yahuiche con presencia de distintos tipos de comunidades vegetales, que van desde la vegetación ribereña, selva baja caducifolia, bosque de

*Icterus spurius*, *Empidonax oberholseri*, *Atlapetes pileatus*). Regarding to seasonality (Table 1, 2 and 3) 35 species are permanent residents (67.31%), 14 winter visitors (26.92%), two transiting migrants (3.85%) and one summer visitor (1.92%).

There was a total of nine species (17.31%) within a category of endemism of which four species are considered endemic, three semi endemic and two migratory to Mexico. Of the species recorded only one species is listed at risk (*Buteo albonotatus*), by the Mexican Official Norm 059 (SEMARNAT, 2010) while the list of the International Union for Conservation of Nature (IUCN, 2012) does not include it.

### Alpha diversity

The diversity of birds recorded in the fields of Santa María Yahuiche presented low dominance and higher diversity of species based on Simpson's index with a value of 0.039 and a value of Shannon-Wiener index of 3.54 nats, equity measured with Pielou index was close to one (0.89).

### Discussion

In this paper is reported the presence of 52 species of birds in Santa María Yahuiche, highland of Oaxaca, representing 4.72% of the birds recorded in Mexico (1100; AOU 2012), 7.06% of birds reported for Oaxaca (736) and 14.43% of the north highland (Navarro *et al.*, 2004). It is noteworthy that the study was conducted over a period of six months, therefore is expected to increase the list of species, particularly those that perform migration.

Regarding seasonality the results obtained are influenced by the time of study and therefore not seen a large component of summer and winter visitor species. Likewise, the abundance of species is related to the seasons, is in the rainy season when the abundance of most increases, related to vegetation growth and the increase of invertebrates that serve as food for many of the bird species (Lau, 2008). Although compared with other studies conducted in nearby towns such as that conducted by Grosselet and Burcsu (2005) in Calpulalpan were recorded fewer species because the present study included only cultivated areas while they may provide food sources, it does not provide coverage for protection from predators.

encino y bosque de pino. Así como en las condiciones creadas por actividades humanas, mismos que ofrecen recursos que no están disponibles en aquellos poco modificados, en este sentido los mosaicos de bosque-agricultura pueden soportar gran parte de la riqueza de especies con un predominio de especies de hábitos generalistas y tolerantes a hábitats alterados, en donde las especies raras y amenazadas no persisten (Medellín y Equihua, 1998; Daily *et al.*, 2003; Dotta y Verdade, 2007; Gutiérrez-Mayén y Salazar, 2007; Suazo-Ortuño *et al.*, 2008; Fernández-Badillo y Goyenechea-Mayer, 2010; González-Valdivia *et al.*, 2012).

Lo anterior coincide con lo observado en este estudio ya que el orden que se encuentran mejor representados es el passeriformes, que incluye especies generalistas con preferencias a diversos tipos de comunidades vegetales lo que sugiere que sus recursos alimenticios los puede buscar en diferentes tipos de hábitat; a diferencia de los órdenes que se restringen a un tipo de vegetación.

El modelo de Clench se considera el más confiable, y no se lograron registrar todas las especies. En base al trabajo de Grosselet y Burcsu (2005), los mapas de distribución de Howeel y Webb (1995) y Navarro (2004) se puede asumir que algunas de las especies de posible ocurrencia en el área de estudio son: *Accipiter striatus* (Gavilán pajarero), *Bombycilla cedrorum* (Ampelis americano), *Tyto alba* (lechuza de campanario); sin embargo, éstas pueden no ser registradas en los terrenos de cultivo ya sus movimientos se pueden restringir a las áreas más conservadas o en tipos de vegetación específicos.

La riqueza de la avifauna de los terrenos agrícolas se debe en parte a la presencia de zonas de transición con la selva baja caducifolia, que alberga mayor número de especies dando lugar a un efecto de borde como resultado de la interacción de dos ecosistemas adyacentes en los que hay un aumento en la disponibilidad de recursos alimenticios lo que hace que soporten altas densidades de aves (Calixto *et al.*, 2008; Medina-Macías *et al.*, 2010).

La presencia de especies endémicas y cuasiendémicas en Santa María Yahuique se debe a que esta comunidad forma parte de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur, la cual concentra el mayor número de endemismos a nivel nacional (Navarro y Benítez, 1995). Es de destacar la presencia de *Buteo albonatatus* especie sujeta a protección por la Norma Oficial Mexicana 059 (SEMARNAT 2010), siendo necesario identificar el grado de amenaza que enfrena en el área de estudio.

The high bird species richness in a relatively small area with loss of vegetation can be the result of heterogeneity in which are immersed the agricultural lands of Santa María Yahuique with presence of different types of plant communities, ranging from the riparian vegetation, deciduous forest, oak forest and pine forest. Just as in the conditions created by human activities, same that offer resources that are not available in those little modified, in this sense, forest-agriculture mosaics can withstand much of the species richness with a predominance of species of generalist habits and tolerant to disturbed habitats where rare and endangered species do not persist (Medellín and Equihua, 1998; Daily *et al.*, 2003; Dotta and Verdade, 2007; Gutiérrez-Mayen and Salazar, 2007; Suazo-Ortuño *et al.*, 2008; Fernández-Badillo and Goyenechea-Mayer, 2010; González-Valdivia *et al.*, 2012).

This coincides with the observations in this study because the order in which are found best represented are the passerines, including generalist species with preferences for different types of plant communities, suggesting that food resources can be searched in different habitat types; unlike the orders that are restricted to one type of vegetation.

Clench model is considered the most reliable, and is not able to record all species. Based on the work of Grosselet and Burcsu (2005), distribution maps from Howeel and Webb (1995) and Navarro (2004) one can assume that some of the species of possible occurrence in the study area are: *Accipiter striatus* (hawk shinned), *Bombycilla cedrorum* (American waxwing), *Tyto alba* (Barn Owl); however these may not be registered in cropland and their movements can be restricted to the most conserved areas or specific vegetation types.

The bird species richness from agricultural land is due in part to the presence of transition zones with deciduous forest, home to more species leading to an edge effect as a result of the interaction of two adjacent ecosystems in which is an increase in the availability of food resources which makes bird withstand high densities (Calixto *et al.* 2008; Medina-Macías *et al.*, 2010).

The presence of endemic and migratory species in Santa María Yahuique is due to that this community is part of the physiographic province of the south highland, which concentrates the largest number of endemic nationwide (Navarro and Benítez, 1995). Of note is the presence of *Buteo albonatatus* species subject to protection by the Mexican Official Norm 059 (SEMARNAT 2010), being necessary to identify the degree of threat that faces in the study area.



## Conclusiones

La diversidad de especies de los cultivos agrícolas de Santa María Yahuiche, está representada por 52 especies; sin embargo, los resultados se encuentran influenciados por el periodo de estudio y el esfuerzo de muestreo aplicado quedando aun especies por registrar.

La heterogeneidad del paisaje que rodean los terrenos de cultivo de Santa María Yahuiche influye en la estructura composición de su avifauna.

La presencia de especies endémicas y una especie bajo protección especial de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, en una zona agrícola refleja la importancia de continuar realizando estudios para explicar como se integran las especies de fauna silvestre a ambientes fragmentados.

## Agradecimientos

Al Comisariado de Bienes Comunales de Santa María Yahuiche por permitir realizar esta investigación en la comunidad, por la confianza, facilidades y apoyo que nos brindaron. A los pobladores(as) de Santa María Yahuiche por abrirnos las puertas de sus hogares, y ser amables con el equipo de trabajo. A Avimael Hernández por apoyarnos durante el trabajo de campo.

## Literatura citada

- Álvarez, M.; Córdoba, S.; Escobar, F.; Fagua, G.; Gast, F.; Mendoza, H.; Ospina, M.; Umaña, A. M. y Villarreal, H. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Edición 2ª Bogotá, Colombia. 18-19 pp.
- The American Ornithologists' Union. (AOU) 2012. Checklist. ([www.aou.org/checklist/north/index.php](http://www.aou.org/checklist/north/index.php)).
- Arizmendi, M. C. y Márquez, L. 2000. Áreas de importancia para la conservación de las aves en México, AICAS. CONABIO. México. 440 pp.
- Binford, L. C. 1989. A distributional survey of the birds of the Mexican state of Oaxaca. The American Ornithologists Union, Washington, D. C. 214 p.
- Calixto, F. R.; Herrera, R. L. y Hernández, G. V. D. 2008. Ecología y medio ambiente. Segunda Edición. Cengage Learning. Edición 1ª México. 44 pp.

## Conclusions

The diversity of species from agricultural crops in Santa María Yahuiche, is represented by 52 species, however, the results are influenced by the study period and the collection effort applied, leaving out species to be recorded.

The heterogeneity of the landscape surrounding agricultural land in Santa María Yahuiche influences in the structure of birds diversity.

The presence of endemic species and one species under special protection according to NOM-059-SEMARNAT-2010, on a farm area reflects the importance to continue studies to explain how to integrate wildlife species in fragmented environments.

*End of the English version*



- Ceballos, G. y Valenzuela, D. 2010. Diversidad, ecología y conservación de los vertebrados de Latinoamérica. *In: diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México.* Ceballos, G. L.; Martínez, A.; García, E.; Espinoza, J.; Creel, B. y Dirzo, R. (Eds.). Fondo de Cultura Económica, CONABIO-CONANP-WWF-México-Ecociencia-Telmex. México D. F. 93-118 pp.
- Centro de Investigación en Matemáticas A. C. (CIMAT). 2003. Species accumulation functions. Versión Beta. Guanajuato, México.
- Colwell, R. K. 2009. Estimates: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.
- Daily, G. C.; Ceballos, G.; Pacheco, J.; Suzán, G. and Sánchez-Azofeifa, A. 2003. Countryside biogeography of neotropical mammals: conservation opportunities in agricultural landscape of Costa Rica. *Conserv. Biol.* 17(6):1814-1826.
- Dotta, G. and Verdade, L. M. 2007. Trophic categories in a mammal assemblage: diversity in an agricultural landscape. *Biota Neotropica* 7(2):287-292.
- Fernández-Badillo, L. y Goyenechea-Mayer, I. 2010. Anfibios y reptiles del Valle del Mezquital, Hidalgo, México. *Rev. Mex. Biod.* 81:705-712.
- Forcey, J. M. 2002a. Notes on the birds of Central Oaxaca. Part I: podicipedidae to Laridae. *Huitzil* 3(1):1-10.
- Forcey, J. M. 2002b. Notes on the birds of Central Oaxaca. Part II: Columbidae to Vireonidae. *Huitzil* 3(1):14-27.
- Forcey, J. M. 2002c. Notes on the birds of Central Oaxaca. Part III: Hirundinidae to Fringillidae. *Huitzil* 3(2):43-55.
- Forcey, J. M. and Aragón, R. 2009. Notes on Oaxacan birds. *Huitzil*. 10(2):38-47.
- González-Valdivia, N. A.; Arriaga-Weiss, S. L.; Ochoa-Gaona, S.; Ferguson, B. G.; Kampichler, C. y Pozo, C. 2012. Ensamblajes de aves diurnas a través de un gradiente de perturbación en un paisaje en el sureste de México. *Acta Zool. Mex.* 28(2):237-269.

- Grosselet, M. y Burcsu, T. 2005. Notas sobre las aves de Capulalpam de Méndez, Sierra Juárez, Oaxaca, México. *Huitzil* 6(2):24.
- Gutiérrez-Mayén, M. G. y Salazar, J. 2007. Herpetofauna de los municipios de Camocuautla, Zapotitlán de Méndez y Huitzilán de Serdán, de la Sierra Norte de Puebla. Inventarios herpetofaunísticos de México: avances en el conocimiento de su biodiversidad. Ramírez-Bautista, A.; Canseco-Marquez, L. y Mendoza-Quijano, F. México, D. F. Publicaciones de la Sociedad Herpetológica Mexicana. 3:197-223.
- Howell, S. N. G. and Webb, S. 1995. *A guide to the birds of Mexico and northern Central America*. Oxford University Press, Oxford. 823 p.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2009. *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos*. Guelatao de Juárez, Oaxaca. México.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2000. *Carta de uso de suelo y vegetación, Oaxaca E14-9*. Escala 1:50 000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, San Luis Potosí.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN). 2012. *Red List Threatened Species*. Versión 2012. ([www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)).
- Jiménez-Valverde, S. y Hortal, A. J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Rev. Ibérica de Aracnología*. 8(1):151-161.
- Kaufman, K. 2000. *Birds of North America*. Hillstar (Ed.). Houghton, L. C. Mifflin Company. 383 p.
- Lau, P. P. A. 2008. Patrones de utilización de los hábitats por parte de las aves, en una región de sabanas bien drenadas de los llanos orientales en Venezuela. *Ecotrópicos*. 21(1):13-33.
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey, 179 p.
- MacAndrews, A. E. and Montejo, J. E. 2010. Birds from the plains of Tehuantepec, Oaxaca, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 55(4):569-575.
- Medellín, R. A. 1993. Estructura y diversidad de una comunidad de murciélagos en el trópico húmedo mexicano. *In: Medellín, R. A. y Ceballos, G. (Eds.). Avances en el estudio de los mamíferos de México. Poblaciones especiales*. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. México, D. F. 1:331-354.
- Medellín, R. A. and Equihua, C. 1998. Mammal species richness and habitat use in rainforest and abandoned agricultural fields in Chiapas, Mexico. *J. Appl. Ecol.* 35(1):13-23.
- Medina-Macías, M. N.; González-Bernal, M. A. y Navarro-Sigüenza, A. G. 2010. Distribución altitudinal de las aves en una zona prioritaria en Sinaloa y Durango, México. *Rev. Mex. Biod.* 81(2):487-503.
- Moreno, C. E. and Halffter, G. 2000. Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *J. Appl. Ecol.* 37(1):149-158.
- Moreno, C. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe de UNESCO y Sociedad Entomológica Aragonesa (Eds.). Edición 1ª Zaragoza, España. Serie Manuales y Tesis SEA.1:84.
- Navarro, S. A. G. y Benítez, H. D. 1993. Patrones de riqueza y endemismos de las aves. *Ciencias*. 7:45-54.
- Navarro, A. y Benítez, H. 1995. El dominio del aire. 216. *La ciencia desde México*. Fondo de Cultura Económica SEP-CONACYT Edición 1ª. México. 138 p.
- Navarro, S. A. G.; García-Trejo, E. A.; Peterson, A. T. y Rodríguez-Contreras, V. 2004. Aves. *In: García-Mendoza, A. J.; Ordoñez, M. J. y Briones-Salas, M. (Eds.). Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología. UNAM- fondo oaxaqueño para la conservación de la naturaleza-World Wildlife Fund. México. 391-421 pp.
- Tuomisto, H. 2010. A diversity of beta diversities: straightening up a concept gone awry. Part 1. Defining beta diversity as a function of alpha and gamma diversity. *Ecography* 33(1):222.
- Ojasti, J. 2000. *Manejo de fauna silvestre neotropical*. Dallmeier, F. (Ed.) SIMAB. Smithsonian Institution/MAB, Program. Washington, D. C. 5:304 p.
- Ortiz, M. A.; Hernández, J. R. y Figueroa, J. M. 2004. Reconocimiento fisiográfico y geomorfológico. *Biodiversidad de Oaxaca*. *In: García-Mendoza, A. J.; Ordoñez, M. J. y Briones-Salas, M. Oaxaca, México*. Instituto de Biología. UNAM- fondo oaxaqueño para la conservación de la naturaleza-World Wildlife Foundation. 43-54 pp.
- Pettingill, O. S. 1985. *Ornithology in laboratory and field*. Edición 5ª. Burgess, Minneapolis, Minnesota, USA 403 p.
- Ramírez-Julián, R.; González-García, F. y Reyes-Macedo, G. 2011. Registro del búho leonado *Strix fulvescens* en el estado de Oaxaca, México. *Rev. Mex. Biod.* 82:727-730.
- SEMARNAT. 2010. *Norma Oficial Mexicana-059-SEMARNAT-2010*. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres- categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- lista de especies en riesgo. Diario Oficial 30 de Diciembre de 2010. México, D. F.
- Suazo-Ortuño, I.; Alvarado-Díaz, J. y Martínez-Ramos, M. 2008. Effects of conversion of dry tropical forest to agricultural mosaic on herpetofaunal assemblages. *Conserv. Biol.* 22(2):362-374.