

Estudio de la Diferenciación Sexual de Embriones de *Sigmodon toltecus* que Habitan Agroecosistemas  
Cañeros del Estado de Veracruz, México.

Study of sexual differentiation of embryos *Sigmodon toltecus* sugarcane agro inhabiting of the state  
Veracruz, Mex.

Victoria Isabel Bonilla Rodríguez<sup>1</sup>, Isabel Vásquez López<sup>2</sup>, Antonio Pérez Pacheco<sup>2</sup>.

Universidad Veracruzana, victoria\_91291@hotmail.com<sup>1</sup>, Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria  
– Colegio de Postgraduados, isa628@gmail.com<sup>2</sup>, Universidad Veracruzana, anperez@uv.mx<sup>2</sup>.

RESUMEN. El aumento de las poblaciones de roedores *Sigmodon toltecus* supone una amenaza para el cultivo de caña de azúcar, por lo que es necesario conocer las épocas en las cuales puede haber riesgo de que estas incrementen y ocasionen daños mayores o pérdidas totales. Se colectaron embriones de segunda y tercera semana de gestación de distintos ingenios cañeros del estado de Veracruz, México. Posteriormente, se trasladaron los embriones a laboratorio, donde se determinó su sexo donde se registraron las frecuencias en las que cada uno se presentaba. Se colectaron un total de 531 muestras de embriones en total de las cuales 456 pertenecieron a *S. toltecus* en tres tipos de subclima: Am, Aw1 y Aw2 a lo largo de 15 meses, iniciando en agosto 2013 y culminando en noviembre 2014. Se analizaron las muestras por tipo de subclima, estación (seca o lluvia) y por tiempo de colecta. En el análisis por subclima no se obtuvo diferencia significativa en la proporción de sexos, siendo esta similar. En el análisis estacional la diferencia en la temporada de lluvia no fue significativa, en cambio, la variación fue significativa estadísticamente en la época de seca, ya que se registró un aumento de la cantidad de embriones macho en esas condiciones. Por último, de acuerdo al análisis realizado por tiempo de colecta, la temporada seca coincide con la temporada seca invernal, donde las condiciones ambientales son adversas, se eleva la mortandad y la natalidad disminuye como estrategia de preservación y regulación de la misma población. Al conocer el comportamiento reproductivo de la población de *S. toltecus* es posible elaborar estrategias de manejo integrado en función del ciclo biológico de la plaga más no del cultivo debido a que esto permite abordar de manera precisa los puntos donde la población es capaz de dispararse.

Caña de azúcar, embriones, embryos, sex, *Sigmodon toltecus*.

INTRODUCCION

El diseño de todo Plan de Manejo de poblaciones de organismos considerados como plaga debe tener en cuenta la biología reproductiva de la especie como componente fundamental. Tal es el caso de *S. toltecus* (*Rodentia: Muridae*) que ha sido implicado con graves pérdidas económicas en la agricultura mexicana, siendo la caña de azúcar uno de los cultivos seriamente dañados por esta especie.

Reconocer la reproducción y sexo de los embriones de *S. toltecus* nos permite identificar la época del año en la cual hay mayor nacimiento de hembras que de machos y en función a los datos obtenidos, fundamentar estrategias de manejo oportuno, eficiente y con efecto a largo plazo más allá del efecto temporal de controles tóxicos durante los picos de abundancia poblacional que generan problemas ambientales y a la salud pública cuando no son implementados de manera responsable.

El Orden *Rodentia* abarca aproximadamente 1.700 especies, lo que representa el 40% de los mamíferos conocidos. Se considera que al menos 10% de las especies tienen importancia económica y/o sanitaria (Priotto, 2003). Se reconocen 14 especies del género *Sigmodon*, entre las que se encuentran *Sigmodon toltecus* y *Sigmodon arizonae*, la primera ampliamente distribuida en el Golfo y Sureste mexicano y la segunda localizada en región pacífico centro y norte. Ambas especies son conocidas como las de mayor importancia económica para el cultivo de la caña de azúcar, por los graves daños que causan al roer la base de los tallos (Vásquez et al., 2013).

A pesar de ser mamíferos de vida corta (2.5 años promedio) cuentan con una alta eficiencia reproductiva, con periodos de gestación de entre 21-27 días, y el tamaño de la camada varia de 1 a 15 crías (Meyer y Meyer, 1944; Randolph et al., 1977). El promedio de crías por camada es de 8 (6 - 14) adquieren madurez sexual a los 45 días después del nacimiento, la hembra puede quedar preñada 72 horas posterior al parto (Belém y Hernández, 2013).

Según Mattingly (1982) el número de embriones en roedores del género *Sigmodon* están en función del tamaño de la madre, pero además de ese factor, también interviene la época en la que se lleva a cabo la gestación ya que la disponibilidad de alimento influye en la cantidad de embriones.

Es probable que la duración de luz durante el día sea un factor en la estimulación e inhibición de la actividad reproductiva de *Sigmodon hispidus* pero otros factores como la temperatura, la nutrición, el ambiente puede contrarrestar los efectos de las horas luz disponibles estacionalmente (Johnston y Zucker, 1979). Vásquez y colaboradores (2013) reportan mayor actividad reproductiva en algunos roedores de los géneros *Sigmodon* y *Oryzomys* en la temporada de lluvias.

Los embriones de *S. toltecus* de primera semana de gestación se caracterizan por no tener una forma definida y va de ser una pequeña masa esférica hasta una forma oblonga, con unos brotes llamados yemas, que corresponden a las extremidades superiores e inferiores del embrión. Pueden llegar a medir menos de 5mm hasta 13.93 mm, mientras que los embriones de segunda semana ya tienen una forma definida, en la cual se puede observar el céfalo formado así como sus extremidades aunque sus dedos aún no están completamente definidos; cola definida; orejas no definidas completamente; los ojos pese a estar ya formados, los párpados aún no se encuentran definidos. En los embriones de tercera semana, los dedos de manos y pies se forman y luego se separan; los detalles de las orejas, los ojos y la piel surgen, y los elementos del sistema circulatorio se hacen visibles a través de la piel pálida (Aplin, K. P. et al, 2003). Conforme se acercan a la fecha de nacimiento, anexos de la piel (pelo y uñas) ya se encuentran presentes.

El sistema reproductor tanto en el macho adulto como el de la hembra adulta se encuentra situado en la parte posterior del abdomen. En ambos sexos, la parte esencial del sistema son las glándulas

reproductivas, que en el caso del macho son los testículos, mientras que en la hembra son los ovarios (Domínguez, 1997).

La determinación del sexo puede realizarse desde el nacimiento considerando la distancia entre la papila genital y el ano. En los machos, esta distancia suele ser aproximadamente el doble que en las hembras (Zúñiga et al., 2001; Van Zutphen et al, 1999; Olivares, 1996). En el noveno día de gestación de los ratones se diferencia el sistema urogenital pero aún no se logra distinguir un embrión masculino de uno femenino; la diferenciación sexual de las gónadas histológicamente se pueden evidenciar a las 12½ días (Theiler, 1989). Por otro lado, en 1986 Gosling fue capaz de sexar embriones de *Myocastor coypus* de nueve y diez semanas de gestación. Así mismo, Theiler caracterizó por días de desarrollo embrionario a embriones de ratones de la cepa C57BL/6.

Existen técnicas de diferenciación de sexo en ratones transgénicos de laboratorio, las cuales se llevan a cabo mediante la observación de la zona perianal a partir de las tres semanas de nacido. La diferenciación de sexos en embriones puede realizarse en estadios donde estos estén desarrollados, y por ende, sea posible observar la evidente distancia de las papilas genitales con respecto al ano, o en su defecto, mediante una disección, al reconocer las estructuras gonadales de ambos sexos para determinar el sexo del embrión. Esta técnica también puede llevarse a cabo en roedores silvestres, los cuales en algunos cultivos llegan a ser considerados como plaga. Una estrategia de manejo de estas plagas debe de estar encaminada en relación con la biología reproductiva la especie, esto con el fin de conocer los tiempos en los cuales se gestan más hembras que machos y elaborar planes de manejo en función a la proporción de sexos a través del tiempo.

## MATERIALES Y METODOS

Para llevar a cabo la presente investigación se requirieron los siguientes materiales: Trampas Víctor para ratas, GPS, frascos etiquetados de 250 ml, guantes de latex, cofia, bata, cubrebocas, estereoscopio, estuche de disección cajas Petri, vernier digital, Formaldehido amortiguado al 37-40%, Fosfato de potasio monobásico, Fosfato de sodio dibásico, Agua destilada, Tubos falcón, Alcohol de 50°, 60°, 70°, 80°, 90°, 100°, Formatos de campo y laboratorio.

La colecta de embriones se realizó en las localidades San Agustín (N18°31'9.58'' W96°43'11.36''), Rancho Huapinolos (N18°35'05.9'' W096°42'15.0''), Almolonga (N18°37'11.6'' W096°39'33.7''), Selva Primera (N18°26'24.5'' W 096°31'11.8''), Loma del Chivo (N 19°01.347' W 096°44.182', N 19°01.400' W 096°41.042'), Paso Llama (N18°58'53.62" W96°38'45.47), Francisco Villa (N 18°57.099' W096°39.444'), La Tribu (N18°55.357' W096°39.131'), El Brinco (N18° 53.357' W096° 39.151'), Joachin (N18°37'29.1'' W096°13'54.9''), Matanaranja (N18°35'25.6'' W096°13'27.9''), Paso Mulato (N18°50'58.90''

W096°38'49.00'', N18°51'27.8'' W096°41'48.6'', N18°52'08.9'' W096°42'08.3'', N18°52'20.40'' W096°42'11.11''), Matatenatito (N18°42'21.10''

W096°37'10.18''), Lerdo de Tejada (N18°35'5.47 W095°32'58.80''), Paso Nazareno (N18°18'53.9'' W096°22'50.9'') pertenecientes a zonas de abasto cañeras del estado de Veracruz, Méx., correspondiendo a tres subregímenes climáticos: Am, Aw1 y Aw2.

Las pruebas de laboratorio se llevaron a cabo en la Unidad de Investigación de Roedores Plaga (UNIRP) de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Veracruzana, Campus Peñuela, cuyas coordenadas son: N 18° 51' 38.08", W 96° 54' 8.84''.

Los datos fueron obtenidos de 118 hembras *Sigmodon toltecus* diseccionadas entre agosto 2013 y noviembre 2014. Los especímenes fueron capturados con trampas de golpe Victor® mediante el método de transecto adaptado para agrosistemas cañeros (Vásquez et al., 2013). Además de las capturas de *S. toltecus*, también se capturaron en menor cantidad las siguientes especies: *Peromyscus leucopus* (7.72%) *Oryzomys Couesi* (4.33%) y *Mus musculus* (2.07%). Los embriones colectados fueron depositados en frascos con alcohol etílico de 70° para evitar su deterioro y ser transportados al laboratorio para ser examinados. Una vez en laboratorio los embriones fueron clasificados en tres categorías en función a su semana de gestación: 1° semana, 2° semana y 3° semana. De los embriones de 2° y 3° semana fueron obtenidos los siguientes datos: sexo, longitud total (LT) tomada desde la punta de la nariz hasta el final de la cola, longitud del tronco (LTo) se consideró del sacro hasta el inicio de la vertebras cervicales, longitud de la cola (LC) se midió a partir del sacro o vertebras caudales hasta su punta terminal, longitud cefálica (LCf) obtenida al medir la punta de la nariz hasta la base del cráneo, longitud de la oreja derecha (LO) obtenida a partir de la base de la oreja hasta la cúspide, longitud de la pata trasera derecha (LP) se midió desde el inicio de los huesos del tarso hasta el final del dedo más sin considerar las garras largo y el peso. Todas estas medidas fueron tomadas siguiendo a Cameron (1981), Arellano y colaboradores (2012) y Vásquez y colaboradores (2013).

Los embriones de 1° y 2° semana fueron sometidos a técnicas histológicas para la observación de la presencia de tejidos germinales diferenciados. Mientras que en embriones de 3° semana de gestación se realizó una observación de la distancia de las papilas genitales.

## RESULTADOS Y DISCUSION

El objetivo de este estudio fue analizar las variaciones en la cantidad de hembras con respecto a machos que se gestaron durante la estación seca y de lluvias, así como la subregión climática (Am, Aw1, Aw2) a la cual pertenecieron las muestras.

Se obtuvieron un total de 456 muestras de embriones de *S. toltecus*; 99 de primera semana, 204 de segunda semana y 153 de tercera semana. Fue la especie capturada más abundante con un 85.88% sobre las demás. Del total de muestras obtenidas, solo 406 se utilizaron para determinar el sexo mediante una técnica sencilla compuesta de dos etapas: (A) Medidas de la distancia anogenital de las papilas urinarias externas con 167 embriones de tercera semana y (B) Descripción de gónadas inmaduras con 239 embriones de segunda semana.

Embriones de 1° semana de gestación.

En los análisis histológicos no fue posible reconocer estructuras gonadales diferenciadas. Se observaron las siguientes características morfológicas: forma de esférica a oblonga, extremidades en forma de yemas, longitud menor de 13.93mm.

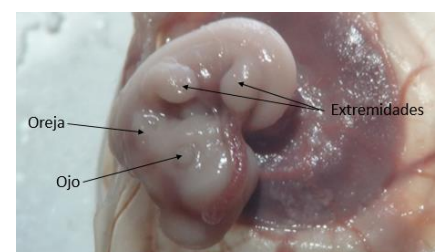


Figura 1. Embrión de primera semana.

Embriones de 2° semana de gestación.

El embrión presento una forma definida, del cual se distinguen las extremidades superiores e inferiores y la cola; orejas aun no definidas así como el parpado.

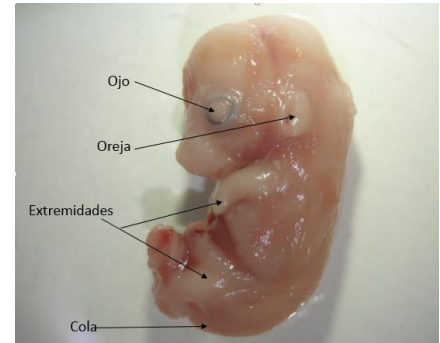


Figura 2. Embrión de segunda semana.

Embriones de 3° semana de gestación.

Los embriones presentaron forma definida y se observó la presencia de pelo y uñas.

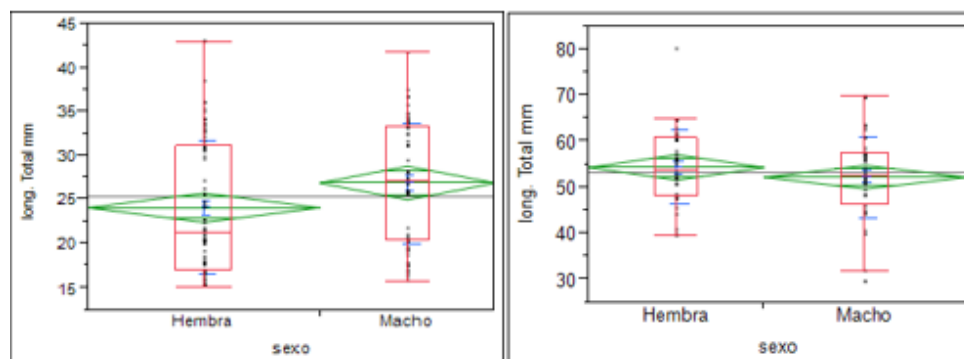


Figura 3. Embrión de tercera semana.

### Caracterización de las medidas corporales o morfométricas por sexo de los embriones.

Se realizó el análisis comparativo entre sexos de las medidas morfométricas de *S. toltecus* las cuales consistieron en longitud total, longitud de cola y longitud de pata trasera en embriones de segunda y tercera semana de gestación, esto con el fin de identificar si desde estas etapas de desarrollo embrionario los embriones presentan dimorfismo sexual que permita diferenciarlos uno de otro.

### Longitud total entre sexos en embriones de segunda y tercera semana de gestación de *S. toltecus*



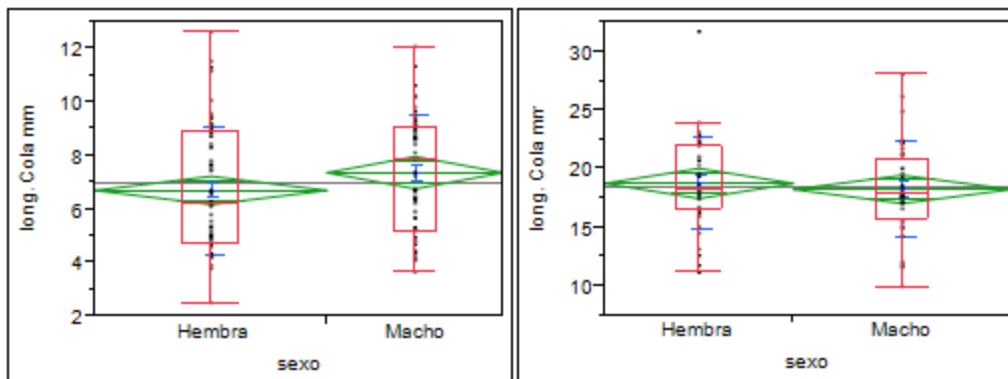
Gráfica 1. Comparación de la medida total en embriones de segunda y tercera semana de gestación.

Sexo	Embriones de segunda semana				Embriones de tercera semana			
	Media	Error estándar	Mínimo	Máximo	Media	Error estándar	Mínimo	Máximo
Hembra	24.0984	0.84037	15.04	42.9	54.3308	1.3832	39.41	79.96
Macho	26.8939	0.96397	15.76	41.66	52.2073	1.2854	29.38	69.51
Diferencia	2.7954	$t_{prueba} = 2.782$ $p  t  = 0.0284^*$						$t_{prueba} = -1.13308$ $p  t  = 0.2606$

Tabla 1. Longitud Total (L T mm) de embriones *S. toltecus* de segunda y tercera semana de desarrollo. Prueba *t* entre sexos  $p |t| < 0.05$ ; varianzas iguales.

Se observó diferencia significativa en embriones de segunda semana, en la cual, el macho presentó mayor longitud total.

### Longitud de cola entre sexos en embriones de segunda y tercera semana de gestación de *S. toltecus*



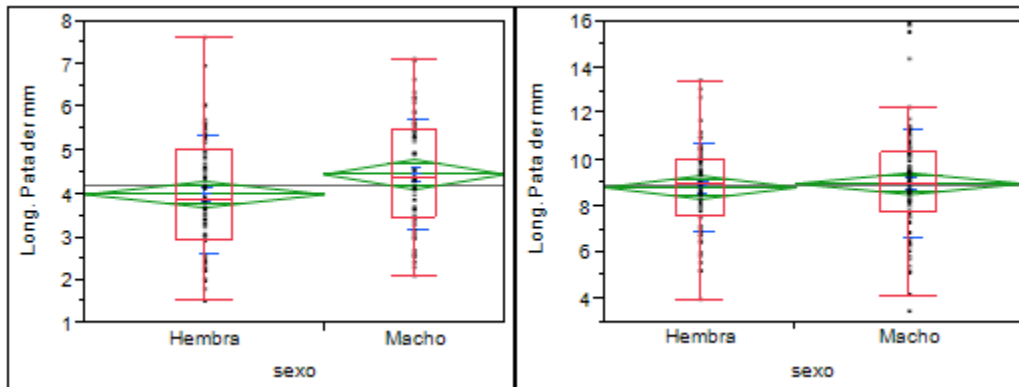
Gráfica 2. Medidas comparativas de la cola en embriones de *S. toltecus* de segunda y tercera semana de gestación.

Sexo	Embriones de segunda semana				Embriones de tercera semana			
	Media	Error estándar	Mínimo	Máximo	Media	Error estándar	Mínimo	Máximo
Hembra	6.73040	0.26669	2.5	12.61	18.7618	0.64818	11.07	31.64
Macho	7.39421	0.30592	3.66	12.07	18.2568	0.60237	9.92	28.01
Diferencia	0.6638	$t_{prueba} = 1.635614$ $p  t  = 0.1043$			-0.5050	$t_{prueba} = -0.57074$ $p  t  = 0.5698$		

Tabla 2. Longitud Cola (L C mm) de embriones *S. toltecus* de segunda y tercera semana de desarrollo. Prueba *t* entre sexos  $p |t| < 0.05$ ; varianzas iguales.

En ambos casos, no se obtuvieron diferencias significativas en las pruebas estadísticas. En los embriones de segunda semana se observó mayor longitud de cola en el macho, no obstante, en los embriones de tercera semana se observó similitud en la longitud.

**Longitud de pata trasera de entre sexos en embriones de segunda y tercera semana.**



Gráfica 3. Comparación de la longitud de la pata trasera en embriones machos y hembras de segunda y tercera semana de *S. toltecus*.

Sexo	Embriones de segunda semana				Embriones de tercera semana			
	Media	Error estándar	Mínimo	Máximo	Media	Error estándar	Mínimo	Máximo
Hembra	4.13933	0.13256	1.51	7.61	8.81643	0.25710	3.93	13.38
Macho	4.56929	0.1651	1.96	7.11	8.97482	0.23611	3.44	15.84
Diferencia	0.42996	$t$ prueba = 2.259601 $\rho$   $t$   = 0.0249*			0.15839	$t$ prueba = 0.453761 $\rho$   $t$   = 0.6507		

Tabla 3. Longitud Pata trasera (L P mm) de embriones *S. toltecus* de segunda y tercera semana de desarrollo. Prueba  $t$  entre sexos  $p$  |  $t$  | < 0.05; varianzas iguales.

En la longitud de pata trasera de embriones de segunda semana se observó una diferencia significativa estadísticamente pese a que la media estadística no mostro mucha diferencia entre sí. En los embriones de tercera semana de desarrollo no se observó diferencia significativa.

**Longitud de la DAG en embriones de *S. toltecus* de tercera semana de gestación.**

Sexo	Semana	DAG mm	
		Media	<u>Desv. Estandar</u>
Hembra	3	2.328	1.41184985
Macho	3	6.251	2.72475487
Diferencia		-3.923	

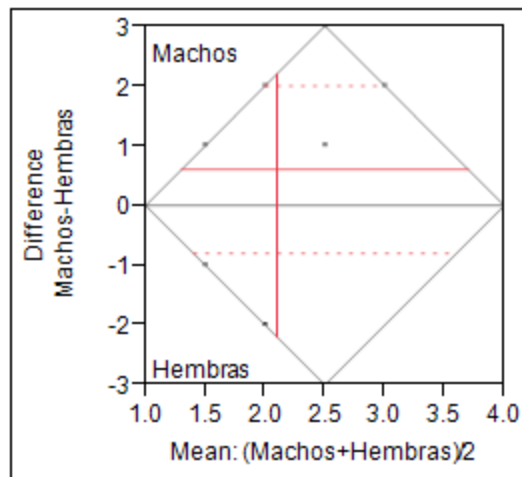
Tabla 4. Longitud de la DAG en embriones de *S. toltecus* de tercera semana de gestación.

Se observó que la media de la longitud de la distancia ano-genital es de aproximadamente el triple del embrión masculino comparado con el femenino.

### Proporción de sexos por subrégimen climático.

Se realizó un análisis de la proporción de sexos de los embriones de *S. toltecus* colectados en las subregiones climáticas Am, Aw1 y Aw2 para determinar si existe variación en la cantidad de machos y hembras gestantes en esas zonas.

#### Subrégimen Am



Gráfica 4. Proporción de sexos de embriones de *S. toltecus* en subrégimen climático Am.

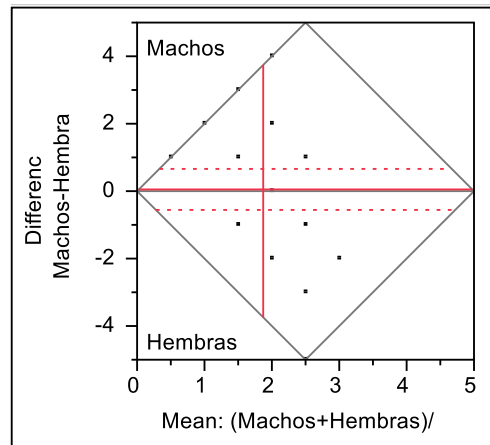
Clima	Am
Sexo	Media
Hembra	1.8
Macho	2.4
Diferencia	0.6
Error estándar	0.61824
<i>t</i> prueba	0.970495
<i>p</i>   <i>t</i>	0.3572

Tabla 5. Prueba *t* en sexos de embriones por subrégimen climático Am.

No se observó diferencia significativa en la proporción de sexos en la región climática Am no obstante el número de embriones masculinos fue ligeramente mayor a los embriones femeninos.



## Subrégimen Aw1



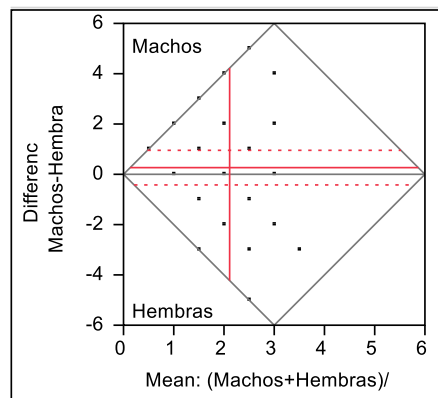
Gráfica 5. Proporción de sexos de embriones de *S. totecus* en subrégimen climático Aw1.

Clima	Aw1
Sexo	Media
Hembra	1.84615
Macho	1.89744
Diferencia	0.05128
Error estándar	0.30058
<i>t</i> prueba	0.17061
<i>p</i>   <i>t</i>	0.8654

Tabla 6. Prueba *t* en sexos de embriones por subrégimen climático Aw1

En el subrégimen Aw1 no se observó diferencia significativa en la proporción de sexos observándose que las medias de ambos sexos son similares.

## Subregimen Aw2



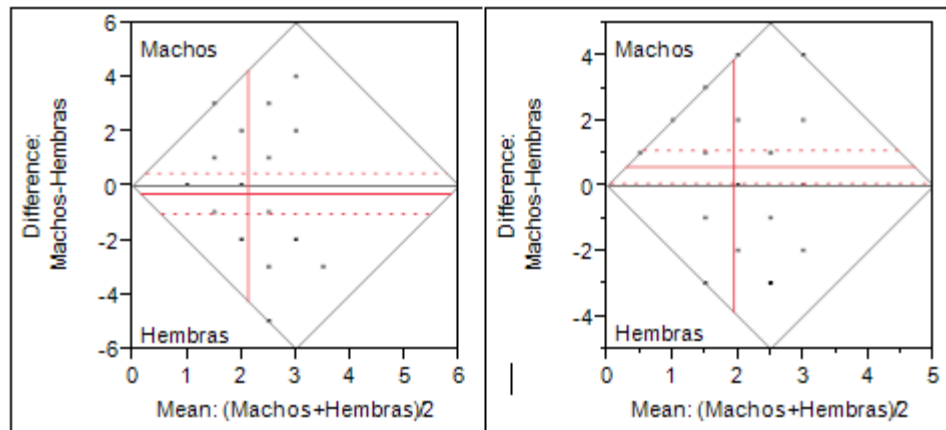
Gráfica 6. Proporción de sexos en embriones de *S. totecus* en el sub régimen climático Aw2.

Clima	Aw2
Sexo	Media
Hembra	1.97959
Macho	2.2449
Diferencia	0.26531
Error estándar	0.34228
<i>t</i> prueba	0.775113
<i>p</i>   <i>t</i>	0.4421

Tabla 7. Prueba *t* en sexos de embriones por subrégimen climático Aw2.

En el subrégimen climático Aw2 número de embriones machos fue mayor en comparación con los embriones hembra sin embargo el resultado estadístico no fue significativo.

**Proporción de sexos de embriones de *S. toltecus* en estación seca y lluviosa.**



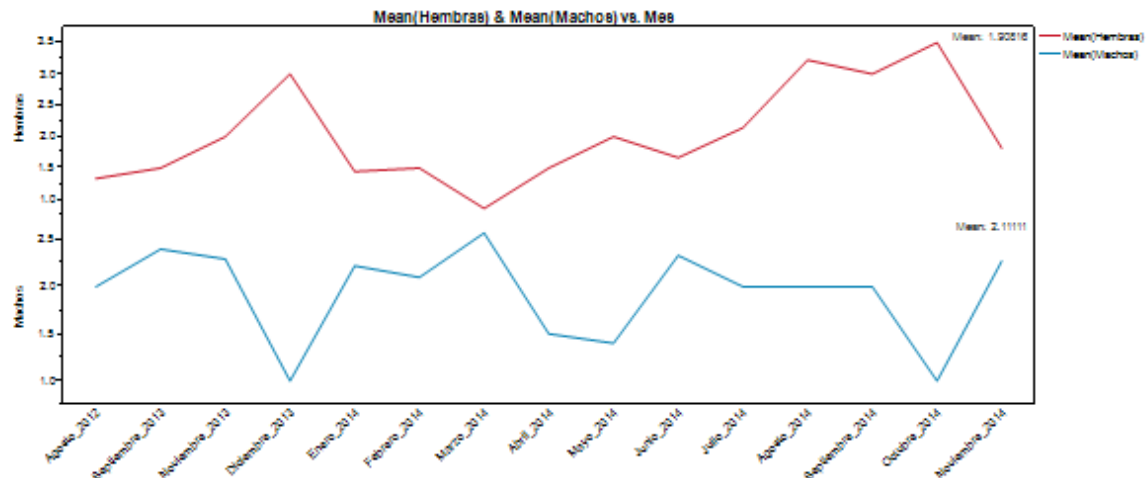
Gráfica 7. Proporción de sexos en embriones de *S. toltecus* en estación lluviosa y seca

	Estación lluviosa	Estación seca
Sexo	Media	Media
Hembra	2.26829	1.64912
Macho	1.97561	2.22807
Diferencia	-0.2927	0.57895
Error estándar	0.37162	0.2515
<i>t</i> prueba	-0.78758	2.302014
<i>p</i>   <i>t</i>	0.4356	0.0251*

Tabla 8. Comparación de la proporción de sexos durante la estación lluviosa y seca.

En la estación lluviosa no se observó una variación significativa en la cantidad de embriones gestantes en esa estación no obstante la cantidad de hembras fue mayor en comparación a los machos. En cambio, en la estación seca si se observó una diferencia significativa y el aumento en la media de la cantidad de embriones machos gestantes.

### Proporción de sexos a lo largo del tiempo de colecta



Gráfica 8. Proporción de sexos durante el tiempo de colecta.

En este análisis se observó que a partir de la época de marzo a mayo, la cantidad de hembras se incrementó a pesar de estar en temporada de seca, esto puede ser consecuencia del inicio de la primavera y los días más largos y noches cortas, en cambio en los machos se puede notar un descenso durante este periodo. Durante los meses de mayo a octubre se observó un incremento en la cantidad de los embriones hembra coincidiendo con el inicio de la temporada de lluvias, donde las condiciones ambientales se vuelven aptas para la reproducción por la rica oferta de alimento disponible, agua y refugio que significa la temporada de lluvias, aunque la cantidad de machos es menor en esta época, no es un factor que repercuta en un disparo poblacional, ya que la hembra es la que puede multiplicar la población debido a su gran capacidad de producir embriones.

Para llevar a cabo la determinación del sexo de los embriones de *S. toltecus*, estos se clasificaron de acuerdo al grado de desarrollo que presentaran con respecto a Aplin (2003). Quedando agrupados de la siguiente manera: 1°, 2° 3° semanas, siendo los embriones de segunda y tercera semanas los que fueron utilizados para la determinación del sexo mediante la disección para la localización de gónadas y la observación de la longitud de las papilas genitales respectivamente.

Las pruebas realizadas a los caracteres morfológicos de los embriones en general no arrojaron diferencias significativas entre machos y hembras, es decir, no se evidenció la presencia de dimorfismos sexual desde estas etapas de desarrollo embrionario. Cabe mencionar que en los embriones de segunda semana, en caracteres longitud total y longitud de pata trasera, los resultados estadísticos fueron significativos siendo el macho el de mayor magnitud en relación a la hembra.

En el análisis realizado a la proporción de sexos en los subregímenes climáticos Am, Aw1 y Aw2 no se obtuvieron resultados significativos en la cantidad de embriones hembras y machos que fueron obtenidos de esos sitios. A pesar de no haber resultados estadísticos significativos, la cantidad de embriones machos de los subregímenes climáticos Am y Aw2 fue mayor a la de las hembras, mientras que en los embriones pertenecientes al subrégimen Aw1 la proporción de las hembras y machos fue similar. Uno de los probables motivos de que los resultados no hayan resultado significativos puede deberse a que los subregímenes climáticos son similares entre sí, por lo tanto, no se evidencia en este estudio una variación altamente marcada entre cada subregimen.

En el análisis comparativo en las estaciones lluviosa y seca se observó que los resultados para la temporada seca fueron estadísticamente significativos en relación con la cantidad de embriones machos con las hembras. En la estación lluviosa no se obtuvieron resultados significativos en el análisis estadístico pese a que la cantidad de embriones femeninos fue mayor que los masculinos. A pesar de que en el análisis de la estación lluviosa los resultados no fueron significativos en comparación con la estación seca, se observó la tendencia de mayor cantidad de hembras que machos, ya que esta estación resulta favorable para la reproducción de *S. toltecus* al haber una rica oferta de alimento, agua y refugio en el ambiente que permita a sus crías sobrevivir. Ahora bien, como estrategia de supervivencia, en la temporada seca se observó una disminución significativa en la cantidad de hembras, siendo los embriones macho los dominantes en esta estación, ya que este factor afecta directamente al ambiente y ejerce una presión en la población de roedores con la escases de alimentos y agua; por lo que las hembras tienen prioridad de supervivencia ya que son los futuros vientres disponibles para la época de reproducción donde las condiciones ambientales son aptas.

En la gráfica del análisis de proporción de sexos se observó la diferencia de nacimientos de hembras y machos en distintas temporadas a través del tiempo de colecta; mientras que la tasa de nacimientos de hembras aumenta en la estación lluviosa que inicia en Mayo y se extiende hasta octubre, en los meses de estación seca, la cantidad de hembras descende y el de machos aumenta, coincidiendo también con el fotoperiodo, tiempo en el que los roedores machos son más activos sexualmente. En los meses restantes, que corresponden a la estación seca (Noviembre-Abril) la cantidad de machos tiende a aumentar, mientras que las hembras decrecen, esto se debe a una medida que la población de roedores toma como autorregulación en la época de escases y agua y que no pone en riesgo a la progenie para asegurar a la siguiente generación para las mejores condiciones climáticas y así colonizar nuevos ambientes (cultivos), establecerse y reproducirse numerosamente, antes de que las condiciones cambien nuevamente.

## CONCLUSIONES

Cabe mencionar que ahora, teniendo en cuenta el registro de la época en la cual la cantidad de hembras es mayor, así como la cifra de machos, es posible elaborar una estrategia de manejo integrado de roedores plaga específico para cada situación, ya que es importante tener noción del estado de las poblaciones y así mismo conocer la época en la cual hay riesgo de un disparo poblacional, con el fin de reducir costos en los insumos de control de plagas y disminuir el impacto ambiental que las prácticas tradicionales conllevan (rodenticidas mal empleados). Se hace hincapié que el éxito del manejo de plagas está en función del conocimiento de la biología de las mismas.

## REFERENCIAS

ALDERTON, D. 1996. Rodents of the world. Diane Publishing Company 3rd ed. New York. 192 pages.

APLIN, K. P., et al. 2003. Field methods for rodents studies in Asia and the Indo-Pacific. ACIAR Monograph, Canberra, Australia.

ARELLANO, E., GUERRERO, J.A., ROGER, D.S. 2012. Variación morfométrica y alometría del crecimiento de *Reithrodontomys mexicanus* (Rodentia Muridae) de Oaxaca, México. Estudios Sobre la Biología de Roedores Silvestres Mexicanos. Universidad Autónoma de México. Instituto de Biología. Editorial Casa al tiempo. México. D.F. (págs. 35-43).

BELÉM, J. I. y HERNANDEZ, J. 2013. Bases metodológicas de las evaluaciones de roenticidas en campo y laboratorio para el control de *Sigmodon toltecus* y *Oryzomys couesi* en la región cañera central de Veracruz. Tesis de licenciatura no publicada, Universidad Veracruzana, Peñuela, Amatlán de los Reyes, México.

BENAVIDES, F. J., y GUÉNET, J. L. 2003. Manual de Genética de Roedores de Laboratorio: Principios Básicos y Aplicaciones. Universidad de Alcalá de Henares, Sociedad Española para las Ciencias del Animal de Laboratorio. Universidad de Alcalá, Madrid, España. (págs. 62-67).

CAMERON, G. N., and S. R. SPENCER. 1981. *Sigmodon hispidus*. Mammalian Species 158:1-9.

CHARNOV, E. and BULL, J. J.. 1977. When is sex environmentally determined? Nature 266:828-830.

COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y EL USO DE LA BIODIVERSIDAD (CONABIO). 2011. La Biodiversidad de Veracruz . Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y el Uso de la Biodiversidad. Gobierno del Estado de Veracruz. Universidad Veracruzana. Instituto de Biología, A. C. México (págs. 35-40).

CREW, F. A. E. 1993. Determinación del sexo, Madrid, Alhambra, traducción de Miguel Morey e Isabel Moreno.

GOERTZ, J. W. 1965. Reproductive variation in cotton rats. The American Midland Naturalist.

GOSLING, L. M. 1986. Selective abortion of entire litters in the coypu: adaptive control of offspring production in relation to quality and sex. *The American Naturalist* 127:772-795.

MATTINGLY D. K., and MCCLURE, P.A. 1982. Energetics of reproduction in large-littered cotton rats (*Sigmodon toltecus*). *Ecology* 63:183-195.

MEYER, B. J., and R. K. MEYER. 1944. Growth and reproduction of the cotton rat, *Sigmodon hispidus hispidus*, under laboratory conditions. *Journal of Mammalogy* 25:107-129.

PRIOTTO, J. y STEINMANN A. 2003. Biología de los roedores. En Polop, J. Manual de control de roedores en municipios, Argentina (págs. 11-15).

RODRÍGUEZ, J. 1992. Control de roedores en América Latina. *Agricultura en las Américas*, Julio-agosto.

RODRÍGUEZ, J. 1993. Roedores Plaga: Un problema permanente en América Latina y el Caribe. FAO. Oficina Regional para América Latina y el Caribe.

THEILER, K. 1989. *The House Mouse: Atlas of Embryonic Development*. Department of Anatomy, University of Zurich, Switzerland. (págs. 52, 93-95).

VÁSQUEZ-LÓPEZ, I., C. LORENZO M. y J. BOLAÑOS C. 2013. *Roedores Habitantes de los Agroecosistemas Cañeros. Guía de Campo*. Fundación de la Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz. 198 pp.

Vásquez - López I., et al. 2013. *Guía técnica para el monitoreo de roedores en agroecosistemas cañeros*. Fundación de la Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz. 148 pp.

VILLA, R. B., y CERVANTES, F. A. 2003. *Los Mamíferos de México*. Instituto de Biología, UNAM y Grupo Editorial Iberoamérica. México, D.F. 140 pp + disco compacto.