

El guajolote (pavo): animal domesticado en México

David Romero Camarena
El Dr. David Romero es investigador del Centro de Ciencias Genómicas de la Universidad Nacional Autónoma de México, en Cuernavaca, Morelos. Su área de especialidad es la genómica bacteriana, con énfasis en mecanismos de cambio en genomas. Es miembro y expresidente de la Academia de Ciencias de Morelos.

Esta publicación fue revisada por el comité editorial de la Academia de Ciencias de Morelos.

¡Viva el mole de guajolote!
Manuel Maples Arce, Germán Liszt Arzubide
Manifiesto Estridentista, 1923

Una especie domesticada en México

El guajolote (*Meleagris gallopavo*), también conocido como pavo, es una especie animal ampliamente apreciada en el mundo. Con una carne con un contenido bajo en grasa, una buena capacidad de conversión de alimento en carne y un sabor delicado, forma parte esencial de nuestros platillos tradicionales. ¿Quién no disfruta con un buen plato de mole de guajolote? En estas fiestas decembrinas lo encontramos por todos lados, preparado al horno, con el añadido de que después podemos disfrutar el recalentado en una rica torta.

¿Pero saben ustedes que el guajolote es originario de México? Así es, sus antepasados habitaron América, particularmente el actual México donde los restos fósiles más antiguos identificados datan de hace 12 mil años. Hace aproximadamente 8 mil años comenzó el proceso de domesticación (la adaptación de las especies silvestres del guajolote a la crianza y convivencia con humanos y su aprovechamiento en la alimentación), proceso que culminó hace tan solo dos mil años (1). Desde ese entonces, el guajolote forma parte de la dieta, tradiciones y cultura en México, hasta nuestros días criado en los patios de muchas casas en el México rural (1). El guajolote (Fig. 1) es una de las dos especies animales domesticadas en México (la otra es el perro *xoloizcuintli*).

Existen otra especie de guajolote en México, localizada en la península de Yucatán y en algunas regiones de Guatemala, conocida como guajolote o pavo ocelado (Fig. 1, *Meleagris ocellata* o *Agriocharis ocellata*). A diferencia de los guajolotes comunes, este posee unas hermosas plumas iridiscentes y no fue domesticado, obteniéndose para consumo humano por cacería. Desde luego, la crianza de esta ave se ha extendido a todo el mundo, constituyendo una especie animal muy

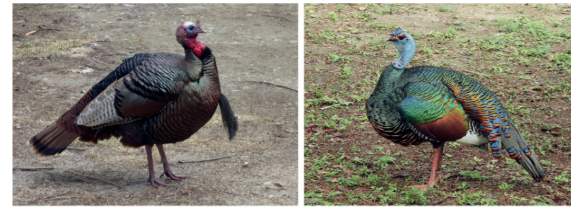


FIGURA 1. IZQUIERDA, *Meleagris gallopavo*, el guajolote (foto de M. Halsted (<https://inaturalist-open-data.s3.amazonaws.com/photos/188937450/original.jpeg>); Derecha, *Meleagris ocellata* (*Agriocharis ocellata*), el guajolote ocelado (Foto de Ad Konings, <https://inaturalist-open-data.s3.amazonaws.com/photos/64117543/original.jpg>).

Desde México para el mundo

Cuando llegaron los españoles a América, la crianza de los guajolotes y su consumo ya estaba ampliamente difundida en México. Los españoles disfrutaron su consumo y en un principio se referían a ellos como “las gallinas de esta tierra”. Es Fray Bernardino de Sahagún, en su magna obra *Historia General de las cosas de la Nueva España* (también conocida como *Códice Florentino*) quien los describe y dibuja (Fig. 2), refiriéndose a los machos con el término náhuatl *huexolotl* (aunque en realidad era *huey xolotl*, el gran monstruo), mientras que a las hembras se les denominaba *totoli* (1, 2). Como notarán ustedes, el término guajolote es una deformación de huexolotl, resultado de la forma en que los españoles pronunciaban la palabra en náhuatl.



FIGURA 2. IMAGEN de guajolotes hembra (izquierda) y macho (derecha) en el Códice Florentino. Figura disponible en Códice Florentino Digital/Digital Florentine Codex, editado por Kim N. Richter y Alicia María Houtrouw, “Libro 11: Cosas terrenales”, fol. 56v, Getty Research Institute, 2023. (<https://florentinecodex.getty.edu/es/book/11/folio/56v?sp=Texts=&nhTexts=>).

Son los españoles quienes introducen los guajolotes a Europa. La especie es rápidamente aceptada en Europa y ahí empiezan a referirse a ella como pavo (del latín *pavus*), término que hasta ese momento solo se empleaba para referirse al pavorreal (2). Sí, la semejanza le cambió el nombre. Ocurrió otro cambio de nombre al llegar los guajolotes a Inglaterra. Imposible que un inglés empleara el término guajolote, o aún pavo. La rareza de ese animal los llevó a cambiarle el nombre, bajo el prejuicio de que todo lo raro debía de venir del oriente, en particular de Turquía (Turkey en inglés), por lo que los ingleses denominaron a los guajolotes como *turkey* (2). Y así, nuestro “gran monstruo” recibió el nombre de un país. Los ingleses lo reintroducen a Norteamérica, a las colonias inglesas en el actual Estados Unidos, donde se convierte una tradición en los grandes festejos, como el Día de Acción de Gracias. Son los descendientes de estos “guajolotes migrantes” quienes ahora son producidos comercialmente en Estados Unidos.

Este proceso de cruza planeada y selección direccional es probable que haya formado parte del proceso de domesticación del guajolote. Tal vez es

importante para consumo humano. La producción de guajolotes ha crecido para satisfacer la demanda. De acuerdo con *Nation Master* (<https://www.nationmaster.com/nmx/ranking/turkey-meat-production>), en 2019 se produjeron guajolotes (o pavos, si prefiere el término) en 65 países. Los Estados Unidos encabezan la producción, con 2 683 000 toneladas producidas anualmente, seguido por Brasil, con 613 mil toneladas; México ocupa el lugar veintiuno con 16 mil toneladas. Para 2022, la producción de carne de guajolote en México ya superaba las 19 mil toneladas, aunque el 55% de esa producción se da en condiciones de traspatio o pequeña escala (3). Se producen guajolotes en 18 estados del país, encabezando la lista Yucatán, seguido por Puebla, el Estado de México Veracruz y Tabasco (3). El aumento en la producción de guajolotes en México es notable, aunque en 2021 México importó de Estados Unidos casi 77 mil toneladas de carne de pavo (<https://www.eatturkey.org/turkeystats/>). Esto significa que importamos casi cuatro veces más pavo del que producimos.

Varietades nativas e inducidas

Es importante mencionar también que existe un gran número de variedades de guajolotes, generados por cruza planeada entre las variedades existentes (Fig. 3). Estas cruza buscan preservar o aún proliferar características deseables para el productor y los consumidores, incluyendo la coloración del plumaje, capacidad de reproducción, velocidad de maduración y mayor aumento de peso para producción de carne. Tal vez la característica más atractiva ha sido la capacidad de producción de carne. Para ello, se emplean cruza planeada pero también lo que se conoce como *selección direccional*. En la selección direccional, de los animales producidos por cruza solo se permite la reproducción de aquellos animales que presenten mayor aumento de peso. Si se repite el proceso varias veces, seleccionando y reproduciendo solo aquellos que aumenten más rápidamente su peso, veremos un incremento progresivo en la capacidad de producir carne.



FIGURA 3. VARIETADES de guajolotes (pavos) generadas por técnicas genéticas y selección. La excepción es el guajolote ocelado (*ocellated turkey*) que es una especie diferente no domesticada. Figura tomada de https://www.breedslit.com/category/turkey#google_vignette

Este proceso de cruza planeada y selección direccional es probable que haya formado parte del proceso de domesticación del guajolote. Tal vez es

REFERENCIAS

- Medina Hernández, A. Valdez Azúa, R. Pérez Roldán, G. y Rodríguez Galicia, B. Huexolotl: pasado y presente en México. Instituto de Investigaciones Antropológicas UNAM, 2021. <http://ru.ia.unam.mx:8080/handle/10684/143>
- López Munguía, A. ¿Pavo o Guajolote? o ¿Comemos lo que somos? La Unión de Morelos, 2 de enero de 2017. <https://acmor.org/articulos-antiores/pavo-o-guajolote-o-comemos-lo-que-somos>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, México. Con incremento de 6.5 por ciento en su producción, listo el abasto de guajolote mexicano para Nochebuena: Agricultura. 21 de diciembre de 2022. <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/con-incremento-de-6-5-por-ciento-en-su-produccion-listo-el-abasto-de-guajolote-mexicano-para-nochebuena-agricultura>

lo que explica por qué las variedades bajo crianza que conocieron los españoles al invadir México tenían una mayor talla y menor capacidad de vuelo que las especies silvestres. Sin embargo, cruza planeada y selección direccional empezaron a emplearse de manera consciente y sistemática en los países productores (particularmente en Estados Unidos) desde mediados del siglo pasado, con el fin de aumentar la capacidad de producción de carne. El resultado de este proceso es muy impresionante. Como se ve en la Fig. 4, el peso promedio de los guajolotes al momento del sacrificio

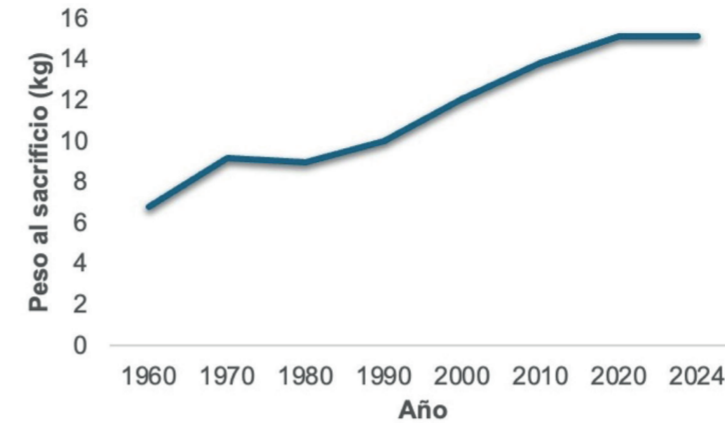


FIGURA 4. AUMENTO en el peso promedio de los guajolotes (pavos) comerciales en los últimos 60 años. El peso corresponde al reportado para el mes de enero del año correspondiente. Elaboración propia a partir de datos disponibles en <https://www.ers.usda.gov/data-products/livestock-and-meat-domestic-data/>.

se ha incrementado en poco más del doble en un periodo de 60 años. Este incremento en peso, agradable para productores y consumidores, pero seguramente desagradable para los guajolotes, se ha logrado sin comprometer las características nutricionales de la carne (4).

Aunque tal vez esto pueda parecer sorprendente, podemos encontrar ejemplos similares para cualquier especie producida para consumo humano, sea animal o vegetal, que haya sido domesticada y para la cual se hayan realizado cruza planeada y selección direccional.

Sorpresas en el genoma del guajolote

Hay un gran interés en conocer más sobre el genoma del guajolote, no solo por curiosidad científica, sino también porque la información que se obtenga ayudaría en esfuerzos de modificación genética de este animal

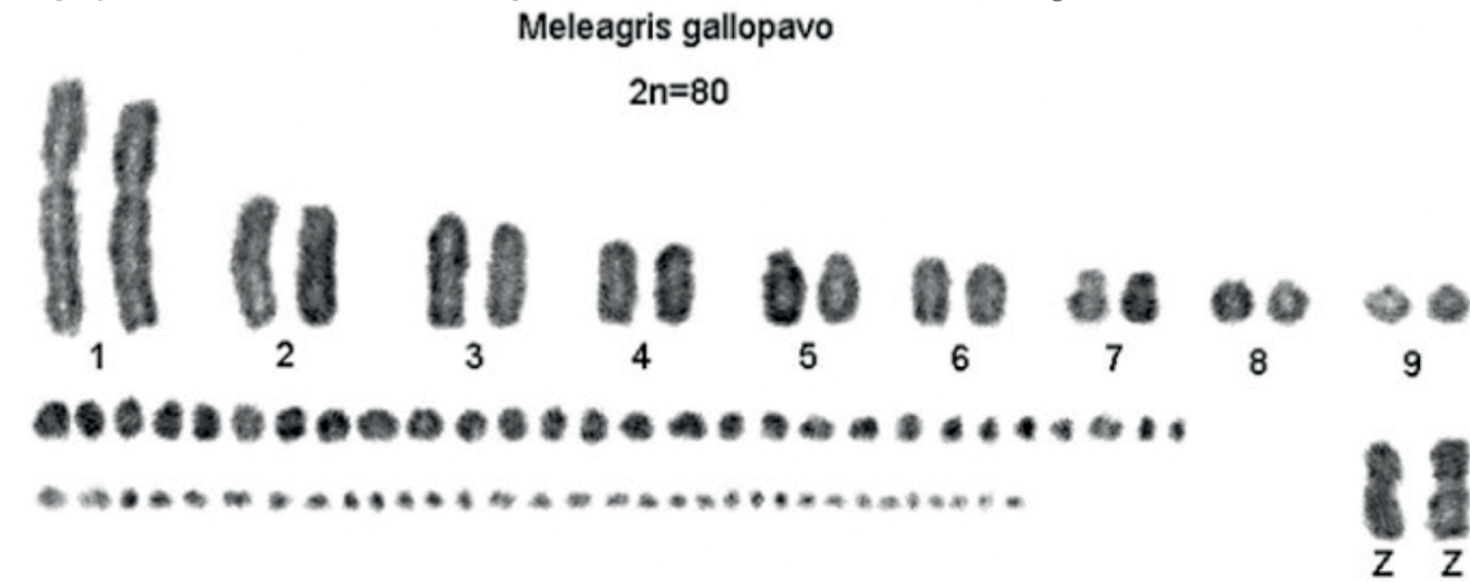


FIGURA 5. IMAGEN de los cromosomas en el guajolote (pavo). Los pares cromosómicos 1 a 9 y Z se consideran macrocromosomas, del 10 al 39, minicromosomas. Los cromosomas que determinan el sexo son ZZ (machos) y ZW (hembras). Figura tomada de la referencia 5.

para alcanzar mayores aumentos de peso. En la Fig. 5 se muestran los cromosomas que constituyen el genoma del guajolote. Es notable el gran número de cromosomas que poseen, alcanzando 80. Es una especie diploide, por lo que hay 40 pares de cromosomas. Para comparación, la especie humana contiene 23 pares cromosómicos, para un total de 46 cromosomas.

En el caso del guajolote, el número de cromosomas y su distribución de tamaño es muy similar a la que se observa en otros “primos” evolutivamente cercanos al guajolote, como los pollos y los pavorreales (5). Al igual que en ellos, el sexo se determina por la presencia de cromosomas sexuales. Los animales macho contienen dos cromosomas del mismo tipo, Z (son ZZ), mientras que los animales hembra muestran dos cromosomas diferentes, Z y W. Curiosamente, en los humanos, en los que el sexo también se determina por la posesión de cromosomas sexuales, el sexo masculino se determina por la presencia de dos cromosomas diferentes (X y Y) y el femenino por dos cromosomas del mismo tipo (XX).

En 2010 se publicó una versión incompleta de la secuencia genómica del guajolote y apenas el año pasado se obtuvo una secuencia más completa de los mil millones de pares de bases que constituyen su genoma (6). En este último estudio, al comparar el genoma de guajolotes con el de los pollos, se encontraron evidencias de dos rearrreglos en los

cromosomas. Dos cromosomas de los guajolotes, el cromosoma 3 y el 6, se encuentran fusionados en un único cromosoma 2 en los pollos; de manera similar, los cromosomas 4 y 9 del guajolote están unidos en el cromosoma 4 de los pollos. Encuentran también variantes en dos genes que pudieran ser responsables de la alta fertilidad en los guajolotes comerciales y su incremento en masa muscular, respectivamente. Estos hallazgos complementan información publicada en 2022 (7) y recién la semana pasada (8) en donde se proponen variantes en posibles genes que pudieran ser responsables en el incremento en masa corporal observado recientemente en los guajolotes.

¿Qué viene a futuro?

Los avances recientes obtenidos con la secuencia genómica del guajolote (6-8) abren un panorama muy prometedor. Estoy seguro que futuros esfuerzos de cruza y selección direccional para diferentes características de los guajolotes se acelerarán con el uso de esta información, con el resultado no solo de una mayor producción sino también de una mejor calidad de la carne. Aunque en este momento no es aún posible hacer una modificación genética dirigida del genoma del guajolote, hay esfuerzos recientes en esta dirección (9). Claramente, la investigación en genética y genómica del guajolote serán parte del futuro. Los aspectos genéticos serán también muy importantes para evaluar la reducción en diversidad genética

que presentan los guajolotes comerciales actuales con respecto a los silvestres. Un efecto colateral de la domesticación, que se presenta con aún mayor severidad con cruza programada y selección direccional, es la pérdida de diversidad genética. Dado que no se domestican todas las variantes silvestres, ni se hace selección de todas ellas, el resultado es una reducción en diversidad genética. Esto podría ser muy serio si se presentara una epidemia en los guajolotes: su gran identidad genética podría hacer que toda la población fuera susceptible a esa enfermedad. Aunque se trata de una especie relativamente tolerante a cambios ambientales, el cambio climático que experimentamos puede ser también una amenaza. En la variedad genética está la seguridad. La investigación en genómica ayudará para evaluar esta erosión en diversidad y en esfuerzos para mitigarla, empleando esos reducidos de diversidad existentes en las poblaciones silvestres de guajolotes y en aquellas producidas en traspacios, típicamente más diversas. Por último, aprendamos a aprovechar con mayor ética el legado de los guajolotes. No son solamente una fuente de carne, son animales que pueden experimentar sufrimiento en altas densidades de crianza. Fijarse solamente en incremento de peso sin atender otras características del animal, como la solidez de sus patas y su capacidad de movimiento van en detrimento de la salud de estos magníficos animales. Son nuestro alimento, sí, pero cuidemos su salud de manera integral durante su periodo de vida. Hay maneras humanas para hacerlo (10).

Espero que hayan disfrutado y aprendido algo interesante del huexolotl. Deseo que el año venidero les traiga salud, alegría y prosperidad para ustedes y sus seres queridos y que sigamos aprendiendo juntos del sorprendente mundo de la ciencia.

Esta columna se prepara y edita semana con semana, en conjunto con investigadores morelenses convencidos del valor del conocimiento científico para el desarrollo social y económico de Morelos.



ESTA PUBLICACIÓN FUE REVISADA POR EL COMITÉ EDITORIAL DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS DE MORELOS

Para actividades recientes de la academia y artículos anteriores puede consultar: www.acmor.org
¿Comentarios y sugerencias?, ¿Preguntas sobre temas científicos?
CONTACTANOS: coord.comite.editorial.acmor@gmail.com