



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE
HIDALGO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA



TÍTULO DE TRABAJO

**REPRODUCCIÓN ARTIFICIAL DE PAVOS DE LINEA TERMINAL
LARGE WHITE, EN UNA GRANJA DE PRODUCCIÓN FAMILIAR EN
TARIMBARO, MICHOACÁN.**

SERVICIO PROFESIONAL QUE PRESENTA

DAVID MUÑOZ BONOLA

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

MORELIA, MICH. JUNIO DE 2016



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE
HIDALGO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA



TÍTULO DE TRABAJO

**REPRODUCCIÓN ARTIFICIAL DE PAVOS DE LINEA TERMINAL
LARGE WHITE, EN UNA GRANJA DE PRODUCCIÓN FAMILIAR EN
TARIMBARO, MICHOACÁN.**

SERVICIO PROFESIONAL QUE PRESENTA

DAVID MUÑOZ BONOLA

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

ASESOR:

DR. JESÚS CONEJO NAVA.

MORELIA, MICH. JUNIO DE 2016

Agradecimientos y Dedicatorias

A la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por haberme dado la oportunidad de formarme como Médico Veterinario Zootecnista.

En particular al Dr. Jesús Conejo Nava y al MC. Fernando Ochoa Ambríz por haberme orientado en este trabajo, agradeciendo el tiempo y apoyo del cual fue brindado de su parte al elaborar el presente trabajo.

Agradezco a mis familiares en general, en particular a mi madre adoptiva Eulalia Bonola Méndez, así también como a mis abuelos por haberme educado y dado su apoyo moral y económico para lograr uno de mis tantos objetivos en la vida.

Agradezco a la señora María del Rocío García Arreola y a su hija Hermelinda García Gonzales por haberme apoyado moral y económicamente durante mi carrera.

Agradezco al MVZ. Alejandro López Bonilla por su apoyo y paciencia al tenerme como su alumno dentro de la unidad de ciencias morfológicas y al MC. Alejandro Villaseñor Álvarez por sus consejos y apoyo durante mi carrera.

Índice

1. Introducción.....	14
2. Revisión de literatura.....	18
2.1 Origen y variedades de los pavos híbridos (“doble pechuga”).	18
2.1.1 Pavo Blanco de Betsville	20
2.1.2 Pavo Beige	20
2.1.3 Pavo Narragansett.....	22
2.1.4 Pavo Blanco Holandés	23
2.1.5 Pavo Negro.....	25
2.1.6 Pavo Rojo Borbón.....	26
2.1.7 Pavo Palmera real	27
2.1.8 Pavo Pizarra	28
2.1.9 Pavo bronceado.....	29
2.1.10Pavo Large White	30
3. La producción de pavos en México y sistemas de producción.	31
4. Bases Biológicas de la Reproducción Avícola.....	35
4.1 Anatomía del aparato reproductor del macho	35
4.2 Espermatogénesis en el pavo.	36
4.3 Recorrido espermático en el tracto genital	37
4.4 Anatomía del aparato reproductor de la pava	39
4.4.1 Ovarios	39
4.4.2 Oviducto	40
4.4.3 Infundíbulo	40
4.4.4 Magnum (segmento albugíneo)	41
4.4.5 Istmo.....	42
4.4.6 Útero (glándula del cascaron/segmento calcífero).....	42
4.4.7 Vagina	42

4.4.8	Cloaca.	43
4.5	Fisiología del aparato reproductor de la pava.	43
4.6	El ciclo de postura de las pavas criollas y de doble pechuga.	44
4.7	Fecundación.	45
4.8	Desarrollo embrionario del pavo.	46
4.9	Formación del huevo en el oviducto – útero.	48
5.	Reproducción Artificial de Pavos.	49
5.1	Inseminación artificial en pavos.	49
5.2	Incubación artificial.	52
5.3	Estrategias de apropiación genética en la industria avícola.	54
6.	Justificación.	55
7.	Planteamiento de problema.	56
8.	Hipótesis.	57
9.	Objetivo general.	57
10.	Objetivos particulares.	57
11.	Material y Métodos.	57
12.	Resultados y Discusión.	60
12.1	. Morfometría del aparato reproductor e inicio de la actividad reproductiva.	60
12.2.	Características del semen de pavos Large White.	63
12.3	Fertilidad de las pavas inseminadas.	64
13.	Conclusiones.	66
14.	Bibliografía.	67
15.	Anexo.	72

Índice de figuras

Figura 1. Pavo de la raza blanco de Betsville (Phil Sponenberg).....	20
Figura2. Pavo de la raza Beige (William Yockey).....	22
Figura 3. Pavo de la raza Narragansett (Bob Hawes).	23
Figura 4. Pavo de la raza blanco Holandés (Bob Hawes).	24
Figura 5. Pavo de la raza negro (Phil Sponenberg).	25
Figura 6. Pavo de la raza Bourbon rojo (Bob Hawes).	26
Figura7. Pavo de la raza Palmera real (Phil Sponenberg).	27
Figura 8. Pavo de la raza Pizarra (pavo color pizarra) (Slate Lurkey).	28
Figura 9. Pavo de la raza Bronceado (Frank Reese jr).	29
Figura 10. Pavo de la raza Large White (Muñoz, 2015).	31
Figura 11. Sacrificio y disección de los pavos para la medición y pesaje de los órganos reproductivos.	72
Figura 12. Técnica de colección de semen. esta consiste en dar un ligero masaje alrededor de la cloaca con la finalidad de exponer el falo, se presiona el falo para extraer el semen colectándolo con una jeringa.	72
Figura 13. Dilución del semen de los dos machos colectados una vez hecho la evaluación microscópica.....	73
Figura 14. Inseminación artificial de las pavas para esto se realiza una presión digital en la matriz a través de la zona baja adyacente a la cloaca generando un prolapso parcial y una vez expuesto el oviducto se deposita un total de 0.25 ml de semen, con una jeringa de insulina (Ochoa, a. f. 2012).	73

Índice de cuadros

Cuadro 1. Características productivas y reproductivas del guajolote silvestre, doméstico y pavos híbridos de doble pechuga.	15
Cuadro 2. Variedades de la raza registrados por la asociación avícola americana;	19
Cuadro 3. Recorrido espermático en el tracto genital del pavo.	38
Cuadro 4. Fases del desarrollo embrionario del pavo (guidobono, 1985).	47
Cuadro 5. Clasificación folicular conforme al grado de desarrollo en pavas jóvenes.	61
Cuadro 6. Peso de los órganos reproductores de la pava (n=5).	61
Cuadro 7. Longitud (cm) del aparato reproductor de las pavas (n=5).	62
Cuadro 8. Peso del aparato reproductor de un macho.	62
Cuadro 9. Longitud del aparato reproductor del macho (cm).	63
Cuadro 10. Edad y peso vivo de los reproductores sacrificados.	63
Cuadro 11. Características del semen de los pavos de engorda a las 32 semanas de edad y 20 kg pv (n=5)	64
Cuadro 12. Fertilidad en pavas de engorda.	65

RESUMEN

En México la producción de pavipollos no es suficiente para abastecerla demanda requerida, es por eso que se tiene que cubrir con la importación de carne de pavo. Además, en el mundo existen compañías avícolas dedicadas a la reproducción del pavipollo, quienes controlan su reproducción debido a que cuentan con núcleos genéticos definidos. Los pequeños engordadores de pavos dependen de estas empresas importadoras en la adquisición de pavipollos. Sin embargo, su demanda no es satisfecha de manera oportuna, ni en la proporción de sexos adecuada. Por lo que se plantea estudiar la posibilidad de que los pequeños productores produzcan sus autoreemplazos a partir del pie de cría (F1).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la tasa de fertilidad y eclosión en los pavos de engorda Large White como una alternativa para la crianza de su propio pie de cría mediante la inseminación y crianza artificial de pavitos. Se conformó un lote de 9 pavas de engorda Large White de 6 meses de edad, las cuales fueron estimuladas con un fotoperiodo de 16 horas para romper postura. Las pavas se inseminaron una vez por semana con 0.39 ml de semen diluido 1:1, con un diluyente comercial. Los huevos se colectaron diariamente y almacenaron durante 7 días para posteriormente realizar las cargas a la incubadora cada semana durante 7 semanas continuas. Se obtuvo un porcentaje de fertilidad del 66%, pero la tasa de eclosión fue solo del 25%, debido a una elevada mortalidad embrionaria, probablemente por un manejo deficiente de la incubadora. Estos datos mostraron que los pavos de engorda (F2), fueron aptos para la reproducción. También se encontró que las pavas llegan a la pubertad a las 32 semanas de edad, de acuerdo a su desarrollo folicular y que los machos muestran eyaculados fértiles a la misma edad.

Palabras clave: Fertilidad de pavos híbridos (F2), tasa de eclosión, inseminación artificial.

ABSTRACT

In Mexico poult production is not sufficient to supply its required demand, that is why it has to cover the import of turkey meat. Moreover, in the world there are companies engaged in poultry breeding poult who control their reproduction because they have defined genetic nuclei. Small fattening turkeys depend on this import companies in the acquisition of poults. However, their demand is not met in a timely manner, or the appropriate proportion of sexes. As it is to study the possibility of small farmers produce their autoreemplazos from the foot of cria (F1).

The aim of this study was to evaluate the fertility rate and hatching turkeys for fattening Large White as an alternative to raising their own breeding stock by artificial insemination and breeding turkeys. a batch of 9 pavas feedlot Large White 6 months of age was formed, which were stimulated with a photoperiod of 16 hours to break postura. Las kettles were inseminated once a week with 0.39 ml of semen diluted 1: 1, commerces. Guests thinner one I collected eggs daily and stored for 7 days later to make the loads to the incubator every week for 7 weeks continuas. Se obtained unporcentaje fertility of 66%, but the hatching rate was only 25% due a high embryonic mortality, probably due to poor management of the incubator. These data showed that turkeys for fattening (F2) were eligible for reproducción. Tambien found that pavas reach puberty at 32 weeks of age, according to its development follicular show that male fertile ejaculates the same age.

1. Introducción.

El guajolote actual (*Meleagrisgallopavogallopavo*) fue domesticado por los aztecas hace 1700 a 6000 A.C. en la Cuenca de Valle de México (Valadez, 1996). Después de la Conquista de México, los españoles lo difundieron en Europa y en el siglo XVII los colonizadores ingleses regresaron el pavo a Norteamérica. En este país, el guajolote domesticado (*Meleagrisgallopavogallopavo*) se cruzó con la variedad silvestre (*Meleagrisgallopavosilvestris*) para formar una nueva raza de mayor rendimiento; misma que en 1927 fue sometida a una intensa selección para formar una nueva variedad a la que se denomina comúnmente como “doble pechuga” y se convierte en la base de la producción intensiva del pavo en todo el mundo (Crawford, 1992).

Estos pavos se han modificado genéticamente para que tengan mayor crecimiento, mejor capacidad de convertir los alimentos en carne y consecuentemente una condición corporal superior, que sus congéneres, silvestres y domesticados. Además, los machos y hembras tienen mayor precocidad para el inicio de la actividad reproductiva, elevadas tasas de fertilidad y de eclosión, ciclos de postura más largos y mayor capacidad de nidación (cuadro 1).

En los pavos de “Doble pechuga” la inseminación artificial es prácticamente una norma, ya que estos no se pueden aparear por medio de la copula natural debido al dimorfismo sexual en el peso corporal (machos 18-25 kg y las hembras de 14-16 kg). La inseminación artificial en aves es una técnica en la que se obtiene el semen de manera artificial y se deposita en el tracto reproductivo de la hembra para fecundar los óvulos. Con esta técnica se aumenta el número de crías con un

solo macho, esto es posible gracias a un adecuado fraccionamiento de semen para obtener mayor número de dosis (Ortiz, 2008).

Cuadro1. Características productivas y reproductivas del guajolote silvestre, doméstico y pavos híbridos de Doble Pechuga.

Características	Guajolote silvestre	Guajolote doméstico nativo	Hibrido (Doble Pechuga)
Peso corporal macho adulto (kg)	9	5 - 9.4	18-25
Peso corporal hembra adulta (kg)	3.5 – 9	3 - 7.2.	11 (30 semanas)
Peso a la venta macho (Kg)	9	8-9 (al año)	8 (15 semanas de edad)
Peso a la venta hembra (Kg)	6	4-6 (al año)	5 (17 semanas de edad)
Inicio de la actividad reproductivas/ hembra (meses)	12	9	7.5
Ciclo de postura	Estacional. Una parvada/ año	Estacional. 2-3 parvadas/ año	24 semanas
Núm. de huevos por nidada	8 – 22	13	60-100
Tasa de Fertilidad %	72	76.9	90
Duración incubación (días)	25 – 29	29.7	28
Tasa de eclosión %	70	85	84
Proporción macho-hembras	1:5	1:3	1A
Conversión alimenticia (kg)	--	8.4	2.7

(Ochoa, 2012)

En el mundo existen compañías avícolas dedicadas a la reproducción del pavipollo, quienes controlan su reproducción debido a que cuentan con núcleos genéticos definidos. Algunas de esas compañías son: GrimaudGroup (concentrada en América, Europa, Medio oriente, África, Brasil y Asia), PHW (Empresa Europea), HendrixGenetics(radica en Holanda), Tyson (Ubicada en Estados Unidos de Norte América) y Nutreco (Empresa canadiense) (Gura, 2007).

La empresa con mayor venta de pavipollos a nivel mundial es British UnitedTurkeys, vinculada a PHW, empresa líder en el mercado Europeo. La empresa HybridTurkeys perteneciente a Nutreco, la cual se mantiene como el segundo comerciante en venta de pavos, manteniendo una cuota del 34% a nivel mundial. Por último, la empresa WillmarPoultryCompany (WPC) ocupa el 3er lugar en el mercado mundial en la reproducción de pavos (Gura, 2007).

Los pavos Large White que hoy encontramos en el mercado ya no pertenecen a una determinada raza, son más bien animales híbridos, producto de cruzamientos expresamente programados (Caballero.et. al, 2011).Estos híbridos comerciales son el producto de cruces entre dos o más líneas diferentes, dando como resultado lo que se denomina el “vigor híbrido”, mediante el cual la generación comercial tiene características económicas superiores al promedio de las variedades originales (conversión alimenticia, peso corporal, velocidad de crecimiento, precocidad, ancho y profundidad de tronco, etc. (Gramobier,2001).

Sin embargo en la siguiente generación el vigor hibrido decrece en su reproducción y producción, debido a la variabilidad genética. Por este motivo, las grandes empresas avícolas requieren renovar sus reproductores cada ciclo productivo y bajo estas condiciones se apropian del material genético por medio de patentes (Gura, 2007).

En México la producción de pavos continua desarrollándose en todo el territorio nacional ya sea de manera tecnificada, semitecnificada o de traspatio. La producción de pavos no cubre la demanda interna (9 mil toneladas) y las empresas nacionales productoras de carne de pavo recurren a la importación de pavitos(un millón 653)provenientes de Estados Unidos y Chile, ya que no cuentan con empresas núcleo que cubren esta etapa de la producción de pavos comerciales(Siap-sagarpa. 2010).

Los pavitos importados en México son animales destinados a la engorda. En México existen tres empresas avícolas que son surtidas de pavipollos desde EUA y Chile con una aportación del 57% y un 43% respectivamente. Las industrias avícolas de pavos son: Parson (Chihuahua), Mezero (Hermosillo, Sonora) y Pavos Viridiana (Yucatán) (Fregoso, 2011). Estas empresas a su vez, se convierten en intermediarios en la comercialización de pavitos importados, al revender los animales a los pequeños engordadores, lo que genera un aumento en el precio de adquisición del pavito y por tanto aumentan los costos de producción, haciendo de este un sector poco competitivo ante empresas importadoras de canales de pavos gordos.

El objetivo del presente trabajo fue determinar varios aspectos relacionados con la reproducción natural y artificial de pavos Large White de línea terminal en una explotación familiar.

2. Revisión de literatura.

2.1 Origen y variedades de los pavos híbridos (“doble pechuga”).

Los guajolotes o pavos son originarios del continente americano y su distribución geográfica abarca desde Canadá hasta México. Valadez (1996) menciona la existencia de evidencias arqueológicas de que el guajolote fue domesticado en la Cuenca de México entre el 600 a 1700 años A. C. Originalmente fue utilizado en las ceremonias religiosas y, después fue una fuente importante de alimento y para la elaboración de utensilios. La subespecie domesticada fue *Meleagris gallopavo gallopavo*. Los españoles, la llevaron a Europa en el siglo XVI y los colonizadores Ingleses la retornaron a América, donde cohabitaron en las áreas similares a las de los pavos silvestres del este de EEUU (*Meleagris gallopavo silvestris*) (Crawford, 1992).

La cruce de estas dos diferentes subespecies dio origen al pavo de “Doble Pechuga” en los EEUU, la cual fue sometida a selección dando lugar a una variedad con una abundante masa de músculos pectorales en comparación a otras variedades estándar de pavos (Crawford, 1992).

El carácter voluminoso de su carne blanca favoreció la introducción de esta variedad en los sistemas de producción industrial. La primera variedad genética resultante de los manejos de selección, fue el pavo *Broceado de Doble Pechuga* (hacia 1930), seguido posteriormente del “*Blanco de Doble Pechuga*” (hacia 1950) y preferida ahora como Large White. La industria del pavo actual está integrada verticalmente de forma tal que unas pocas compañías controlan la crianza, producción, procesamiento y comercialización de las aves (Crawford, 1992).

Esto ha resultado en líneas altamente seleccionadas que se han acercado a los límites de viabilidad biológica. Para su reproducción requieren del empleo de inseminación artificial. Los problemas más comunes que se presentan en los pavos son podales y articulares debido al tamaño. Estas variedades de pavo están adaptadas a los ambientes de crianza industrial y son muy eficientes y productivas en tales condiciones (Sponenberg, 2005).

La Asociación Avícola Americana (APA) enumera ocho razas de pavos. Ellas son Negro, Bronceado, Narragansett, Blanco Holandés, Pizarra, Rojo Borbón, Pequeño blanco de Beltsville y Palma Real. La APA reconoce a otras variedades del color de apareamiento natural que no han sido aceptadas en la Norma APA, tales como el Beige, Blanco Miniatura, y otros. Todas estas variedades son pavos patrimonio (Hawes, 2007).

Cuadro 2. Variedades de la raza registrados por la Asociación Avícola Americana.

variedades de pavo	Peso del macho joven (kg)	Peso de la hembra joven (kg)	Plumaje
Pequeño Blanco de Beltsville	7.71	4.54	Blanco
Negro	10.43	6.35	Negro
Rojo borbón	10.43	6.35	Blanco y rojo
Bronce estándar	11.34	7.26	Bronce de cobre, marrón / negro
Beige	9.53	5.44	Rojizo-piel y blanca
Blanco miniatura	6.26	3.72	Blanco
Narragansett	10.43	6.35	Negro, gris, marrón y blanco
Palmera real	7.26	4.54	Blanco con ribete negro
Pizarra	10.43	6.35	Azul ceniciento
Blanco de Holanda	11.34	7.26	Blanco

(American Poultry Association, 2015).

A continuación se describen brevemente cada una de las razas reconocidas por la APA:

2.1.1 Pavo Blanco de Betsville

El Centro de investigación en Beltsville, Maryland, del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, entre 1934 y 1941 inició un programa de mejoramiento para crear un pavo que responda a la demanda del consumidor. El éxito del Pavo *Pequeño blanco de Beltsville* fue de corta duración ya que en la década de 1970 estaba casi extinta.

Las jóvenes pavas Beltsville pesan 10 libras y los machos jóvenes pesan 17 libras (Figura 1). El plumaje es de color blanco, con la cabeza rojo a blanco azulado. La barba es roja, el pico es de color cuerno, los ojos son de color marrón oscuro y las patas son de color blanco rosado (figura 3) (American Poultry Association, 2015).



FIGURA 1. Pavo de la raza Blanco de Betsville (Phil Sponenberg).

2.1.2 Pavo Beige

El pavo Beige es una variedad histórica de la región del Atlántico, llamado así por el hermoso color de sus plumas. Aunque nunca fue aceptada por la Asociación

Americana de Aves en 1874 y utilizado en el desarrollo de la variedad Bourbon Rojo a finales de 1800.

Es interesante que el Beige original fue utilizado en el desarrollo de la Bourbon rojo y luego a su vez se utilizó en el desarrollo de la nueva variedad Jersey Beige. Un solo gen para el rojo es el mismo en ambas variedades.

El pavoBeige es de color rojizo, las plumas de la cola son de color blanco con una barra de luz. Las plumas primarias y secundarias de las alas son de color blanco con sombreado de color rojo. Los machos jóvenes pesan alrededor de 21 libras y las hembras maduras cerca de 12 libras (Figura 2) (American Poultry Association, 2015).

El pavo Blanco Miniatura fue creado a principios de 1960 por el Dr. J. Robert Smyth en la Universidad de Massachusetts. Fue desarrollado para satisfacer una demanda prevista de una versión pequeña del pavo de pechuga ancha.

El macho de la raza *Blanco Miniatura* pesa un promedio de 13 libras y las hembras un promedio de 8 libras. En Wisconsin, se seleccionaron las aves para una mayor producción de huevos, en la fertilidad y en la capacidad de eclosión. Las pavas ponen un promedio de 60-80 grandes huevos por año; un peso de sólo tres a cinco gramos menos que los de los pavos blancos de amplios pechos. La incubabilidad fue 75-80% (American Poultry Association, 2015)



FIGURA 2. Pavo de la raza Beige (William Yockey).

2.1.3 PavoNarragansett

El pavo *Narragansett* recibe el nombre de la bahía de Narragansett, en Rhode Island, donde se desarrolló. Desciende de un cruce entre pavos salvajes orientales nativos y los pavos domésticos (probablemente Norfolk Blacks) traídos a América por los colonizadores europeos e inglés, en el año de 1600. Mejorado y estandarizado para las cualidades de producción, el *Narragansett* se convirtió en la base de la industria del pavo en Nueva Inglaterra.

A pesar de que fue valorada en todo el país, fue especialmente importante en Rhode Island y Connecticut. La Asociación Americana de Aves reconoció la *Narragansett* en 1874. El patrón de color *Narragansett* contiene negro, gris, beige y blanco (Figura 3). Su patrón es similar a la del bronceado, gris con acero o sustitución de negro mate el bronce cobrizo. Barras de ala blancas son el resultado de una mutación genética que elimina la coloración bronce y no se conoce fuera de los Estados Unidos (American Poultry Association, 2015).

El pico del Narragansett es de color cuerno, la cabeza es de color rojo con blanco azulado y su barba es negro. Los mangos y los pies son de color salmón. El peso estándar para las pavas jóvenes es de 14 libras y machos es de 23 libras (American Poultry Association, 2015).



FIGURA 3. Pavo de la raza Narragansett (Bob Hawes).

2.1.4 Pavo Blanco Holandés

El pavo blanco Holandés fue la variedad de plumas blanco más importante en la mayor parte de la historia americana. A pesar de este ilustre pasado, el Blanco Holandés es uno de los pavos más raros y más difícil de autentificar. El pavo blanco Holandés fue la única variedad blanca comercial en la primera mitad de la década de 1900.

La mutación al color blanco (que en realidad es ausencia de color) es muy antigua. Los aztecas y otros pueblos criaron selectivamente pavos blancos, y fueron sin duda enviados a Europa. En Austria y en Holanda, los pavos blancos fueron favoritos. Es muy posible, aunque no documentados, que los colonos holandeses

u otros inmigrantes europeos llegaron al Nuevo Mundo con los pavos blancos. En la década de 1800, una variedad blanca - ahora llamado Blanco Holandés, era conocida en los Estados Unidos. Fue reconocido por la Asociación Americana de Aves en 1874.

A principios de la década de 1950, investigadores de la Universidad de Cornell y en otros lugares en los Estados Unidos comenzaron a cruzar elBlancoHolandésy elbronceado de amplio pecho. En la década de 1960, el amplio pecho blanco (o Large White) habían superado al bronceado para la producción comercial. Esta variedad domina la industria del pavo en la actualidad.

El pavo blanco Holandés es llamativo en apariencia, con plumas blancas y una cabeza roja azulada. La barba es negra, el pico es de color rosa y la garganta y barbillas son rosado-blanco. La caña y los pies son de color rosado-blanco, y los ojos son de color marrón (Figura 4). El peso estándar para un joven macho es de 25 libras y 16 libras para las hembras(American Poultry Association, 2015).



FIGURA 4. Pavo de la raza Blanco Holandés (Bob Hawes).

2.1.5 Pavo Negro

El pavo Negro se originó en Europa como un descendiente directo de los pavos mexicanos llevados a casa con exploradores en el año 1500. Pavos de color negro se hicieron populares en España donde eran conocidos como "Negro Español", y en Inglaterra, especialmente en la región de Norfolk, donde eran conocidos como "Norfolk Blacks". Después de ser seleccionado para la producción de carne por más de dos siglos, el pavo Negro Español hizo el viaje de regreso a América con los primeros colonos europeos.

El Negro Español fue reconocido por la Asociación Americana de Aves en 1874. El plumaje de esta variedad es un negro brillante, metálico con un brillo verdoso en la parte superior y un color subyacente negro mate. El peso estándar es de 23 libras para machos jóvenes y 14 libras para pavos jóvenes, por lo que los negros ligeramente más pequeño que el de bronce (Figura 5) (American Poultry Association, 2015).



FIGURA 5. Pavo de la raza Negro Phil Sponenberg.

2.1.6 Pavo Rojo Borbón

El pavo Borbón Rojo se nombra para el condado de Bourbon en la región de Bluegrass de Kentucky dónde se originó en la década de 1800. Fue desarrollado por JF Barbee de cruces entre pavos Beige, Bronceado y Blanco Holanda, aunque los pasos iniciales en realidad tuvieron lugar en Pensilvania, donde los pavos Beige de oscuras tonalidades rojas - llamados Tuscarora o Tusawara - fueron criados y luego llevados al oeste con los colonos con destino a Ohio y Kentucky.

Tienen plumajes parduzcos y plumaje de color rojo oscuro con vuelo y las plumas de la cola son blancas con barras rojas suaves. Las plumas del cuerpo sobre los machos pueden ser en negro. En las aves adultas las plumas son de caoba castaña, y las plumas subcapa son casi blancas. El pico del Rojo Borbón es el cuerno de luz en la punta y oscura en la base. El zarzo y garganta es de color rojo, cambiante a blanco azulado, la barba es negro, y tarsos y dedos de los pies son de color rosa (Figura 6). Pesos estándar para los Rojos borbónicos son 23 libras para machos jóvenes y 14 libras para las hembras jóvenes (American Poultry Association, 2015).



FIGURA 6. Pavo de la raza Bourbon rojo (Bob Hawes).

2.1.7 Pavo Palmera real

El pavo *Palmera Real* fue reconocido por la Asociación Americana de Aves en 1971. Es similar a una variedad Europea llamado Pied, Crollwitz o Blanco-Negro atado, que se conoce desde la década de 1700.

Pavos palmera real son de color blanco con un marcado contraste, ribete negro metálico en las plumas. La silla es de color negro, que ofrece un fuerte contraste con el color base blanca del plumaje del cuerpo. La cola es de color blanco puro, con cada pluma que tiene una banda de color negro y un borde de color blanco. Los abrigos son de color blanco con una banda de color negro, y las alas son de color blanco con un borde estrecho de negro a través de cada pluma. El pecho es blanco con la porción expuesta de cada final de la pluma en una banda de color negro para formar un contraste de blanco similar a las escamas de un pez y negro.

Los Palmera real son pavos activos y ahorrativos, excelentes cazadores-recolectores, y buenos volantes. Sus pesos estándar son de 16 libras para machos jóvenes y 10 libras para pavas jóvenes (Figura 7) (American Poultry Association, 2015).



FIGURA 7. Pavo de la raza Palmera real (Phil Sponenberg).

2.1.8 Pavo Pizarra

El gen pizarra es una mutación legítima que surgió tal como el gen de azul en el pollo andaluz, como resultado de una mutación.

La variedad pizarra o azul pizarra se llama así por su color, que es sólido a ceniza azul en todo el cuerpo, con o sin un par de manchas negras. También se conoce como el azul o lavanda pavo. Las hembras son más ligeras en la tonalidad de los machos. La cabeza, la garganta y los zarzos son de color rojo a blanco azulado. El pico es de color cuerno; los ojos son de color marrón; y la barba es negro. Las patas y dedos de los pies son de color rosa (Figura 8). El peso estándar para un joven macho es de 23 libras y 14 libras para las pavas jóvenes (American Poultry Association, 2015).



FIGURA 8. Pavo de la raza Pizarra (pavo color pizarra) (Slate Turkey).

2.1.9 Pavo bronceado

Se originó a partir de cruces entre los pavos domésticos traídos por los colonizadores europeos a las Américas y los pavos salvajes del este que encontraron a su llegada. El vigor híbrido de esta cruce se tradujo en las poblaciones de pavos que eran más grandes y más vigorosa que las aves de Europa.

Los pavos Bronceados eran conocidos a finales de 1700, pero el nombre de "Bronce" no apareció formalmente hasta la década de 1830. A lo largo de la década de 1800, los criadores estandarizaron el Bronceado, y cruces ocasionales se hicieron de nuevo con el pavo salvaje. La variedad de bronce fue reconocido por la Asociación Americana de Aves en 1874.

La variedad de Bronce es majestuosa e imponente en apariencia. El peso estándar para macho jóvenes es de 25 libras y para las pavas jóvenes es de 16 libras. Dado que, el bronce estándar no ha sido seleccionado para los atributos de producción, incluyendo el aumento de peso, durante años, muchas aves pueden ser más pequeñas que el estándar (American Poultry Association, 2015).



FIGURA 9. Pavo de la raza Bronceado (Frank Reese Jr).

2.1.10 Pavo Large White

El pavo Large White es una ave domestica de gran tamaño, respecto al guajolote nativo. La hembra alcanza un promedio de 14 kg a los 6 meses/vida, mientras que el macho abarca los 18 kg y en edad adulta hasta los 25 kg.

La cabeza y el cuello son de color blanco azulado, cubiertos de pliegues y verrugas de color rojo, llamados corales o carúnculas. En el pecho, los machos tienen un mechón de cerdas de color negro llamado escobeta. El color de la pluma del guajolote depende de la raza, por lo que pueden ser de color blanco, bronceado, negro o canela, aunque los más comunes son el blanco y el bronceado.

Las pavas Large White, producen una cantidad limitada de huevos, por eso el avicultor debe evitar toda clase de estrés para evitar los descensos en la producción; este acontecimiento afecta el número de huevos a la fecundación(Caballero *et al.*, 2011).

Esta variedad blanca ha sustituido al resto de las razas, no solo por sus altos rendimientos sino porque tras el desplumado, son menos visibles loscañones de la piel, cosa que ocurre cuando las plumas son blancas, aceptándose mejor por los consumidores (Figura 10).



FIGURA 10. Pavo de la raza large White (Muñoz, 2015).

3. La producción de pavos en México y sistemas de producción.

México ha sido tradicionalmente criador de guajolotes, aunque hasta antes de los años 60, su cría se venía realizando a través de métodos ancestrales, careciéndose de técnica y con bajos rendimientos; las explotaciones eran pequeños criaderos, donde se explotaban guajolotes nativos domesticados, destinados al abasto de mercados regionales, donde el consumo se realiza a lo largo del año, pero principalmente en mercados de centros urbanos, en época navideña (Villamar, 2007).

Las primeras importaciones de guajolotes mejorados a México fueron realizadas de EUA, a mediados de la década de los cincuenta, por una empresa privada del estado de Sonora. Se adquirió un lote de guajolotes comerciales para engorda de la variedad bronceada, iniciándose con esto la producción tecnificada del guajolote en México.

Con el fin de fomentar la cría y explotación del guajolote en las comunidades rurales de México, en el año de 1966, la entonces Secretaría de Agricultura y Ganadería, a través de la Dirección General de Avicultura y Especies Menores inició la cría de pequeños lotes de guajolotes reproductores que se instalaron en los Centros de Fomento Avícola de Toluca, México y Cuautla, Morelos., lo cual dio sustento a la puesta en marcha del Programa Nacional de Meleagricultura. Dentro de sus objetivos consideraba el fomento de la cría y explotación del guajolote en las comunidades rurales a través de la distribución de pies de cría de estirpes mejoradas de las variedades blanca y bronceada, para que mediante su cruzamiento con guajolotes criollos, se obtuvieran híbridos que contaran con las características de rusticidad de las aves criollas y las de prolificidad y precocidad de las líneas mejoradas (Villamar, 2007).

Una vez cumplida la etapa de crianza en estos centros avícolas, los guajolotes se distribuían a las comunidades rurales a través del Programa Nacional de Paquetes Familiares y de otros programas de apoyo institucional, los cuales mediante el cruzamiento con aves criollas contribuyeron de manera importante a incrementar los índices de productividad de la parvada nacional, principalmente en pequeñas granjas cuya producción se destinaba al autoabastecimiento y al abasto de pequeños medianos centros de población.

Hoy en la actualidad la producción de pavos es una actividad que se continúa desarrollando prácticamente en todo el territorio nacional mediante tres sistemas producción perfectamente diferenciados por los niveles tecnológicos que se aplican en cada uno de ellos y que de alguna forma se encuentran vinculados al mercado de destino del producto final (FIRA, 2010).

El sistema de producción de pavos de traspatio, se practica en la mayoría de las comunidades rurales de nuestro país en las que crían pequeñas cantidades de

guajolotes criollos, en cantidades no mayor a 20 pavos por familia. La producción de traspatio es de gran importancia porque la mayor cantidad de los pavos producidos bajo este tipo de sistema, se destina a la preparación de platillos mexicanos, que se consumen en festividades familiares como bodas, bautizos, cumpleaños así como para la preparación de platillos típicos regionales que se preparan con esta carne en algunos estados del país. Se estima que el 40% de la producción nacional, se produce bajo este sistema.

El sistema de producción tecnificada de pavos, se practica principalmente en los estados de Chihuahua, Sonora y Yucatán, destinándose su producción al abasto del mercado de fin de año, como el que se consume en piezas, principalmente pechugas y piernas que en los últimos años han estado teniendo buena aceptación entre el público consumidor. Aproximadamente el 50% de la carne de guajolote se produce bajo este sistema, en el cual participan de manera significativa no más de 4 empresas: Parson, Mezero, Viridiana y Bachoco

El sistema de producción semitecnificado, es el de menor participación en la producción nacional de pavos en nuestro país. Se estima que el 10% de la producción nacional de carne de guajolote se efectúa bajo este sistema.

En este sistema productivo no se cuenta con ningún tipo de integración, por lo que los insumos principales para la producción y los semovientes para engorda se adquieren a terceros, lo que implica mayores costos de producción y una menor rentabilidad de las explotaciones.

El nivel de tecnificación en este sistema es bastante limitado, lo que se traduce en menores niveles de eficiencia productiva, ya que por lo regular se carece de sistemas automatizados para el suministro de alimento y las aves para engorda, que por lo general son líneas comerciales mejoradas, se obtienen de empresas importadoras que adquieren los guajolotes recién nacidos o el huevo fértil en EUA

y en Chile, en virtud de que al amparo de los Tratados de Libre Comercio suscrito con esos países, la importación de este tipo de aves y sus productos está libre del pago de arancel.

Asimismo al no contar con plantas para la elaboración de alimentos balanceados, este insumo se adquiere a las empresas comerciales que por la alta especialización en sus raciones e ingredientes, son limitadas las empresas que usualmente lo tienen disponible, en ocasiones la alimentación de las aves en este esquema productivo se complementa con algunos granos como el maíz y el sorgo; en cuanto a servicios técnicos, son carentes por lo que en los últimos años, a través de las campañas zoosanitarias se ha dispuesto de asesoría en materia sanitaria que les ha permitido disminuir pérdidas por enfermedad y mortalidad en la parvada.

Por estas condiciones, aunque la calidad productiva de las aves para engorda es similar a la que se maneja en las empresas tecnificadas, las deficiencias en cuanto a los alimentos manejados, en la infraestructura productiva y en el propio manejo técnico-sanitario, influyen en mayores costos de producción y por tanto en una alta vulnerabilidad ante cambios económicos de precio y de demanda.

Los productores de este estrato productivo son la minoría en la producción de guajolotes y por lo general el tamaño de las explotaciones son desde 500 a 5,000 guajolotes que se engordan en un solo ciclo, iniciándose la crianza entre los meses de mayo y julio para que una vez que alcanzan el peso para el abasto, en el mes de noviembre y primeras semanas de diciembre, se envían a los rastros que se dedican a la matanza de pollos para la maquila de sacrificio, embolsado y congelación o bien para su venta como canales frescas en los mercados públicos. El destino de producción obtenida está orientado hacia mercados regionales.

4. Bases Biológicas de la Reproducción Avícola.

4.1 Anatomía del aparato reproductor del macho

El aparato reproductor de las aves se encuentra a lo largo de la parte dorsal del cuerpo, en la cavidad abdominal. Los testículos están sostenidos a la pared dorsal por el mesorquio; cada testículo contiene túbulos seminíferos y alrededor de ellos existe tejido conectivo y ambos forman el parénquima testicular. El epitelio seminífero está conformado por dos áreas, el compartimento basal y adluminal. Los túbulos seminíferos desembocan en el mediastino testicular donde existe la rete testis o red testicular, la cual se continua con los conductos eferentes proximales, los conductos distales, los conductos conectores, los conductos epididimarios y los conductos deferentes, en ese orden; los cuales toman como porción final el falo (Hafez, 2002).

En los conductos deferentes, especialmente en el receptáculo (porción caudal de los conductos deferentes) se almacena el 90% de los espermatozoides maduros, en comparación con los mamíferos, en donde el almacenamiento de espermatozoides ocurre en la cola del epidídimo. El receptáculo de los conductos deferentes conecta con el falo.

El falo tiene una apariencia de papilas ubicadas en la región baja de la cloaca. La eyaculación en los pavos consiste en la actividad del músculo liso ubicado en los receptáculos y acompañados por la eversión del falo (Hafez, 2002).

4.2 Espermatogénesis en el pavo.

La espermatogénesis en las aves se define como la formación de espermatozoides maduros a partir de espermatogonias y que incluye tres pasos secuenciales: espermatocitogénesis, espermatogénesis y espermiogénesis.

Bakstet *al.*, (2007) describieron tres tipos de espermatogonias en el pavo. Durante la espermatocitogénesis, un espermatogonia sufre mitosis para generar una nueva célula Ad y una célula Ap1, que divide a su vez en dos hijas células Ap2. Cada célula Ap2 divide en dos espermatogonias B, que a su vez cada una se dividen en dos espermatocitos primarios, los cuales experimentan a su vez, dos divisiones meióticas, dando así nacimiento a espermatocitos secundarios, que al dividirse dan origen a dos espermátidas (Aire, 2007). Como resultado de estas divisiones celulares, cada espermatogonio puede generar hasta 32 espermátidas.

Las espermátidas se transforman en espermatozoides durante la espermiogénesis, la cual se caracteriza por una reducción dramática de la cantidad de citoplasma y una profunda transformación morfológica que resulta en células espermáticas maduras que consiste de una cabeza (acrosoma, núcleo cilíndrico, y las mitocondrias) y la cola (flagelo) y finalmente, ocurre la espermiación, la liberación de espermatozoides a partir de células de Sertoli en el túbulo seminífero lumen.

Los espermatozoides liberados en los túbulos seminíferos se suspenden en el líquido seminífero y llevado a la cloaca a través de conductos excurrentes consistentes en la red testicular, que comprende una región intra- y otra región extratesticular, el conducto eferente, el conducto de conexión; el epidídimo; y el

conducto deferente (Kirby y Froman, 2000). Los espermatozoides en aves son transportados rápidamente a lo largo del tracto reproductivo. Este transporte requiere aproximadamente 24 hora, tiempo durante el cual, el espermatozoide se somete a maduración final, la mayor parte del fluido es seminífero y es reabsorbido por pinocitosis, alterándose la composición del líquido para producir el plasma seminal (Pierre Deviche, 2001)

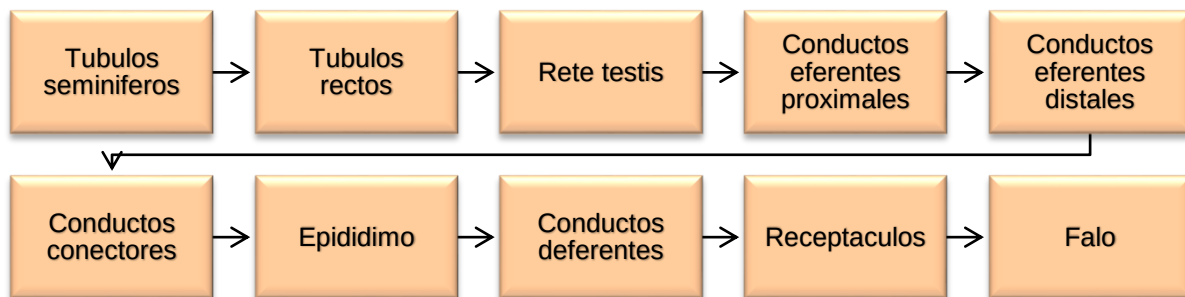
Los espermatozoides en los túbulos seminíferos, epidídimo y conducto deferente en las aves carecen de motilidad (Ashizawa y Sano, 1990), pero, a medida que se transportan a lo largo del conductos eferentes, en las aves los espermatozoides adquieren el potencial para la motilidad debido a la influencia de factores, incluyendo presumiblemente Ca^{2+} y el glutamato, que se secretan en los fluidos reproductivos de la glándula accesorio. En el pollo, el movimiento flagelar es dependiente de la temperatura y la motilidad del espermatozoide se cree que es adquirida por un descenso de la temperatura en el momento de la eyaculación y la transferencia de eyaculado en la cloaca de la hembra.

4.3 Recorrido espermático en el tracto genital

El recorrido espermático en el aparato reproductor del pavo comienza con su formación en las células de Sertoli y el epitelio seminífero donde se localizan las células germinales e inicia la división emergiendo hacia la luz del tubo seminífero. Una vez que el espermatozoide está madurado es apto para la fecundación. Posterior a ello el pavo es estimulado para que los espermatozoides sean eyectados y transcurran en el orden siguiente como se indica en el cuadro 3.

Los tubos seminíferos se terminan en la proximidad inmediata del cordón testicular, donde se conectan con los túbulos de la rete testis, que se comunican a su vez con los conductos eferentes, que desembocan lateralmente en el canal del epidídimo. Este último se prolonga por el conducto deferente, muy replegado, donde se realiza la maduración y almacenamiento de los espermatozoides, y puede ser comparado con el epidídimo de mamíferos. Este desemboca, a través de la vesícula espermática, en el urodeo. Cada una de las dos vesículas espermáticas concluye en una papila eyaculadora con estructura de pene

Cuadro3 Recorrido espermático en el tracto genital del pavo.



El Epidídimo es una estructura alargada, unida a la estructura dorso medial del testículo, contiene cerca de 90 conductos aberrantes, remanentes de sacos ciegos de túbulos mesonefricos.

Los Conductos deferentes y Receptáculos discurren en forma sorprendente, en zigzag; su longitud es de unos 10 cm, aumentando antes de entrar a la cloaca. Es muy replegado en la cual se realiza la maduración y almacenamiento de los espermatozoides.

El Falo abarca el conjunto de los pliegues de la cloaca, el falo y los cuerpos vasculares paracloacales, estos últimos son cuerpos ovales, incrustados en la

pared de la cloaca, que se llenan de linfa en el momento de la erección. Dicha linfa transita en la cloaca, a través de los repliegues linfáticos, en forma de un fluido transparente, que puede mezclarse con el semen. En el momento de la erección, los pliegues redondeados de la cloaca se inflaman, formando una ligera protuberancia hacia el exterior de la cloaca y constituyen un pequeño canal por donde se evacua el esperma.

4.4 Anatomía del aparato reproductor de la pava

4.4.1 Ovarios

El desarrollo del ovario izquierdo en etapa prenatal es mayor que el del ovario derecho aun antes del final de la fase de indiferenciación sexual durante el desarrollo embrionario. El ovario izquierdo, está situado en la cavidad abdominal, debajo y delante de los riñones, a la izquierda de la columna vertebral, se relaciona delante con los pulmones, el diafragma, el hígado y el intestino anterior; sus dimensiones varían considerablemente, según el estado funcional en que se encuentre; en estado de reposo, aparece como una masa gris blanquecina de tamaño aproximado de una mora. En estado activo, el ovario parece como un racimo de uvas de diferente tamaño, según el grado de madurez; presenta un color amarillento con matices rosados o grisáceos oscuros. Es un órgano de forma redonda a poligonal, dividido en lóbulos arracimados y de consistencia friable (Sisson y Grossman, 1982).

El ovario izquierdo funcional produce óvulos y actúa como órgano endocrino que secreta hormonas esteroideas y proteicas. El ovario está compuesto por una medula, la cual contiene tejidos conectivos, vasos sanguíneos y nervios y una

corteza, esta última contiene los ovogonias, que dan origen a los ovocitos. El ovario inmaduro en forma de pera, mide unos 15 mm de largo y 5 mm de ancho.

El ovario está compuesto de folículos observados claramente a simple vista por su gran tamaño y que le dan la característica al ovario de un racimo de uvas con miles de folículos, muchos más que el número total de huevos que puede poner en promedio unos 1500 huevos (Hafez, 2002).

4.4.2 Oviducto

El oviducto equivale a las trompas uterinas de los mamíferos, constituyendo todo el tracto genital de la hembra que va del ovario a la cloaca.

El oviducto no solo conduce los ovocitos fecundado hacia la cloaca, sino que también le agrega diferentes sustancias nutrientes, membranas y una cáscara al ovocitos fecundado o no para su protección. También facilita el transporte de espermatozoides hasta el ovocito para su fecundación a nivel del infundíbulo; y además, almacena los restantes para su posterior fertilización. Un eyaculado de una cópula, es suficiente para fecundar los huevos que van ovulando alrededor de los 10 días siguientes. El oviducto se divide en infundíbulo, magnum, istmo, útero (glándula del cascaron) y vagina (Hafez, 2002).

4.4.3 Infundíbulo

El infundíbulo es la estructura más proximal al ovario, que actúa para rodear activamente el ovulo liberado y es el sitio de la fecundación. La porción glandular más estrecha del infundíbulo es conocida como la “región chalacifera” y las

secreciones de esta región forma una capa perivitelina “externa” y probablemente contribuyen a la formación de las chalazas. Tal región es también uno de los dos sitios conocidos de almacenamiento de espermatozoides en el oviducto.

Posee dos porciones, una estriada y otra tubular. La primera tiene una pared delgada y presenta un orificio alargado (ostium infundibular), el cual recibe el ovocito recién liberado. El ovocito dura unos 15 minutos en el infundíbulo, tiempo en el cual, las glándulas infundibulares le aportan la capa chalazífera, que forma un revestimiento denso de albúmina alrededor del ovocito fecundado o no a este mismo nivel (Hafez, 2002).

4.4.4 Magnum (segmento albugíneo)

El magnum es la continuación del infundíbulo siendo el segmento más largo; presenta una consistencia rugosa y paredes más gruesas que las otras partes del infundíbulo.

La mayor parte de las 40 proteínas que contiene la albumina son producidas en la mucosa oviductal. Las glándulas tubulares son la fuente de la ovalbumina, la cual forma parte de 54% de la clara del huevo, como también de la lisozima, ovotransferrina y ovomucoide. Las células de las glándulas tubulares parece que producen proteínas de la clara de huevo constantemente y las almacenan en gránulos que se liberan cuando el ovulo pasa. La proteína evidina se forma en las células caliciformes epiteliales (Hafez, 2002).

4.4.5 Istmo

El Istmo es de unos pocos centímetros de longitud; tiene una pared más delgada y una mucosa menos elevada que el magnum.

Se ha observado que mientras el huevo albuminaceo está entrando en el istmo, se deposita una membrana en aquellas partes de contacto con el tejido glandular. En la gallina, la forma típica del huevo es impartida por las membranas y no por el cascaron calcificado, el cual se deposita sobre una forma ya moldeada. En esta etapa, las membranas envuelven laxamente del huevo, que tiene alrededor del 50% de su masa final (Hafez, 2002).

4.4.6 Útero (glándula del cascaron/segmento calcífero)

El huevo permanece en el útero unas 20 h; durante más o menos las primeras 6 h, un líquido acuoso producido en la región del cuello pasa al huevo, de lo que resulta una duplicación de la clara. Sin embargo, este “flujo” puede continuar todo el tiempo que el huevo permanece en la glándula de cascaron. Después el principal proceso es calcificación. Durante la estancia en la glándula, la rotación del huevo alrededor de su eje polar completa la formación de las chalazas, iniciada en el infundíbulo, y la estratificación de la albumina (Hafez, 2002).

4.4.7 Vagina

En forma de S; el huevo pasa por este órgano en unos pocos segundos. Presenta criptas glandulares en unión con el útero, que almacenan espermatozoides. La

vagina termina en un orificio alargado que desemboca en la pared lateral del urodeo.

La capa muscular está bien desarrollada, y los pliegues luminales son elevados y estrechos. La vagina permite el paso del huevo formado desde la glándula del cascaron hacia la cloaca durante la postura o la oviposición y selección, transporte y el almacenamiento de los espermatozoide (Hafez, 2002).

4.4.8 Cloaca.

Es la porción final del tracto digestivo, sin embargo se encuentra trifurcada ya que ahí desemboca el aparato urinario y el aparato reproductivo, denominados en términos anatómicos: Urodeo (conexión final del sistema urinario), Coprodeo (porción final del tracto digestivo) y Proctodeo (conector de la vagina) (Sisson y Grossman, 1982).

4.5 Fisiología del aparato reproductor de la pava.

Al iniciarse la madurez sexual, el peso ovárico aumenta. De los miles de ovocitos presentes, muchos aumentan de diámetro hasta unos 6 a 8 mm. Una vez que un folículo amarillo excede los 8 mm de diámetro, continuara creciendo normalmente hasta ovular. Sin embargo la mayor parte que se encuentran en este intervalo de tamaño deja de desarrollarse o sufren atresia. Este folículo continúa creciendo y ovula cinco o siete días después. Esta maduración de folículo resulta en la jerarquía folicular que es característica del ovario de las pavas (Etches, 1996)

Los folículos preovulatorios se numeran por tamaño; F1 es el más grande y el próximo a ovular; F2 es el segundo más grande, que ovulara al día siguiente, después de la ovulación del F1 y de esa misma forma irán ovulando cada uno de los óvulos(Etches, 1996)

La función endocrina del ovario de las pavas. Las células de la teca interna producen algo de progesterona y principalmente andrógenos, mientras que las células de la teca externa que contienen aromatasa son el sitio de la producción de estrógeno. A medida que los folículos preovulatorios crecen (F1 a F5), hay un incremento importante en la producción de progesterona por la granulosa y un decremento gradual en la secreción de andrógeno y estrógeno por la teca.

Estos cambios en la producción de esteroides son el resultado de un cambio en las respuestas a las gonadotropinas (es decir la granulosa se hace más sensible a la LH a medida que F1 se aproxima a la ovulación) y del cese de una inhibición de la teca (específicamente, andrógenos y estrógenos) sobre la producción de progesterona por la granulosa. Por tanto, las células de la granulosa alcanza su capacidad máxima de producción de progesterona en el folículo F1 (Hafez, 2002).

4.6 El ciclo de postura de las pavas criollas y de doble pechuga.

En la pava criolla el ciclo de postura comienza en la pubertad aproximadamente a los 8 meses de edad; el ciclo tiene una prolongación de un 52% de días, lo cual equivale a 189 días; y los días de pausa son 48% equivalente a 176 días, por lo que se puede apreciar que un poco más de la mitad del año están en ciclo de postura las pavas nativas (Juárez y Gutiérrez, 2009).

La postura de las pavas criollas se comporta de manera irregular y no de forma ininterrumpida, como sucede en las gallinas; se puede decir que la longitud de serie de puesta es de uno a dos huevos cada tres días, conforme a estos datos se puede afirmar que las pavas logran poner desde 80 hasta 120 huevos y la obtención total de pavipollos eclosionados es de 65 a 90 individuos (Hernández, 2006).

Las pavas de doble pechuga Large White, alcanzan la pubertad a la edad de 30 semanas con un promedio de 11 kg. de peso corporal, teniendo una duración en el ciclo de postura de 24 semanas; una tasa de fertilidad del 90% y un número de huevos por unidad de 60 a 100 huevos en un ciclo (Ochoa, 2012)

El inicio de la etapa reproductiva en el macho lo alcanza en un peso de entre 18 a 25 kg de peso corporal, en este caso las características requeridas para la reproducción en las explotaciones comerciales se requieren pavos de 1 a 2 años de edad para la inseminación artificial. (Ochoa, 2012).

4.7 Fecundación

A diferencia de los mamíferos, la fecundación aviar se da en el infundíbulo, razón por la cual se encuentran en esta porción las espermatecas (almacén de espermatozoides). Las pavas tienen la capacidad de almacenar espermatozoides en su oviducto para cantidades variables de tiempo, dependiendo de las especies. En el pavo doméstico (*Meleagris gallopavo*), los huevos fertilizados se han registrado 10-15 semanas después de una sola inseminación (Christensen y Bagley, 1989).

Otra diferencia con respecto a los mamíferos, es que el espermatozoide no se capacita en el oviducto, pues al ser eyecionado de los conductos deferentes ya está capacitado. El espermatozoide de las aves penetra la capa perivitelina del ovocito para su fecundación.

4.8 Desarrollo embrionario del pavo.

Como ya se mencionó, la fecundación ocurre en el infundíbulo (primera porción del oviducto), por lo que el desarrollo embrionario comienza en el interior de la hembra (pava) durante el descenso del cigoto en el tracto genital. Iniciando con la formación de un núcleo de segmentación en el disco germinativo; una hora después el núcleo de segmentación comienza a dividirse, y, una vez ya puesto el huevo se encuentran miles de estas células conocidas en conjunto como blastodermo, en forma de un disco blanco amarillento (Guidobono, 1985). La división de las células es rápida por la elevada temperatura del cuerpo de la hembra (37.5 °C). El desarrollo embrionario se diferencia día con día, tal como se cita en el cuadro 4.

Cuadro4 Fases del desarrollo embrionario del pavo (Guidobono, 1985).

Día 1	Comienzo del desarrollo embrionario (6-10 mm).
Día 2	Diámetro embrionario de 10-26 mm.
Día 3	Primer vaso sanguíneo.
Día 4	Funcionamiento del miocardio
Día 5	Aparecen los ojos.
Día 6	Desarrollo del cráneo.
Día 7	El cráneo representa la mitad del embrión.
Día 8	Desarrollo del embrión.
Día 9	Prosigue desarrollo embrionario.
Día 10	Aparece un pico primitivo.
Día 11	Diferenciación de alas y patas.
Día 12	Prosigue diferenciación de alas y patas.
Día 13	Primeros esbozos de plumas.
Día 14	Esbozos de plumas en todo el cuerpo.
Día 15	Crecimiento del embrión.
Día 16	Aparecen las uñas.
Día 17	Aparecen las primeras plumas.
Día 18	Sobre el cráneo esta un plumón castaño.
Día 19	El plumón casi cubre la mitad del cuerpo.
Día 20	Embrión completamente cubierto de plumón.
Día 21-24	Fase de desarrollo.
Día 25	El saco vitelino penetra en el cuerpo.
Día 26	El saco vitelino casi se engloba completamente.
Día 27	El saco vitelino desaparece.
Día 28	Eclosión de pavipollo.

4.9 Formación del huevo en el oviducto – útero

El huevo permanece 20 horas en el útero donde ocurre la formación de la clara. En 6–7 horas se duplica la cantidad de agua y se tensan las membranas testáceas. Se hacen visibles las distintas capas de la clara: el albumen denso, el albumen fluido interno y externo y las chalazas, como consecuencia de la lenta rotación que sufre el huevo.

A continuación se forma la cascara con cristales de carbonato cálcico proveniente de la sangre, se produce la pigmentación de la cascara, sobre todo su parte externa. Proviene de la hemoglobina de la sangre. La cascara se recubre de una cutícula orgánica, que puede estar pigmentada o no. La formación de la cascara tiene lugar durante el periodo de oscuridad (Bardají, 2011).

Estructuras del huevo. El huevo está formado por las partes siguientes: cascara, membranas cascarógenas, clara, cámara de aire, chalazas, membrana vitelina y yema.

Cascara (12.3 % del peso total).- Envoltura externa del huevo, constituida principalmente por carbonato cálcico. No es completamente sólida, sino que está formada por una serie de poros que permiten el intercambio gaseoso y, sobre todo, la oxigenación de la sangre del embrión durante su periodo de desarrollo. La cascara tiene una capa proteica, denominada cutícula, y que protege al huevo de la penetración, por sus poros, de hongos o gérmenes nocivos al embrión.

Membranas cascarógenas.- Son 2y se encuentran tapizando la cara interna de la cascara. Están en íntimo contacto en toda la superficie interna de la cascara,

excepto en el polo mayor del huevo, punto en donde se separan para formar la denominada cámara de aire.

Clara del huevo (55.8 % del peso total).-En la clara hay dos formaciones que están en íntimo contacto, conocidas con el nombre de chalazas, que van a unir el polo mayor con el polo menor del huevo con la yema, fijando a esta en el punto central del huevo. La clara tiene una función nutritiva y de protección mecánica para el embrión.

La Yema comprende el (31 % del peso total).- Tiene una disposición central en el huevo, y es donde se desarrollará el futuro embrión (Gunther, 1975).

5. Reproducción Artificial de Pavos.

5.1 Inseminación artificial en pavos.

En la reproducción comercial de pavos, la inseminación artificial es la norma más que la excepción, debido a que los pavos han sido seleccionados de una manera muy drástica para obtener aves de gran tamaño corporal, que estas ya no pueden aparearse de manera natural.

La inseminación artificial en las aves de corral es un proceso de varios pasos en el cual se obtiene el semen de los machos, se evalúa y se diluyen para su conservación por periodo más o menos largos; y luego es introducida en las vías reproductoras de la hembra.

Durante la colección de semen el operador sostiene al macho de las dos patas, con una mano y con la otra, lo estimula frotando la parte posterior a la cloaca. El semen se extrae exprimiendo con suavidad la región posterior en la base de la cola.

El volumen de eyaculado en pavos adultos varía de 0.2-1ml, variando la concentración espermática de 7-11 billones de espermatozoides por cm^3 (Ortiz, 2008).

El uso de un diluyente se justifica para la conservación de fertilidad por más tiempo que el semen fresco. Los niveles de dilución situados entre 1/2 y 1/3 parecen ser los óptimos en el pavo. Para preservar la fertilidad es necesario evitar los choques térmicos brutales por esto no se debe utilizar diluyente recién salido de una cámara fría o de la nevera (Brillard, 1982). Vale la pena recordar que el semen refrigerado de pavo no puede conservarse mucho tiempo y por consiguiente debe ser utilizado dentro después de haber sido extraído (Mercia 1983). Cuando se congela, es posible que los espermatozoides se conserven por varios años.

Para llevar a cabo la inseminación, las gallinas se sostienen por las patas con una mano en tanto que con la otra se aplica presión sobre el abdomen. Esta presión hace emerger a la vagina a través de la cloaca. El semen se introduce en la abertura cloacal usando pequeñas pipetas especiales. Después de suspender la presión abdominal, la vagina se retrae y el proceso de inseminación artificial está completo. Por lo general, este proceso mantendrá la fertilidad al máximo si se repite cada cinco días con los pollos y cada siete con los pavos (Austic, 1994).

Cuando el semen es depositado en el oviducto de la hembra, los espermatozoides gradualmente se ubican en los túbulos de almacenamiento espermático (SST, siglas en inglés), conocidos comúnmente como “espermatecas” o “nidos espermáticos”, los cuales se localizan entre la región falopial posterior del infundíbulo y la región anterior del magnum, lugar donde se lleva a cabo la fecundación. Los SST también están ubicados en una banda de 3 a 4 cm entre la región posterior del útero y la región anterior de la vagina, región conocida como unión úterovaginal (UVJ). Son esencialmente glándulas tubulares con terminación ciega, que surgen como invaginaciones de la mucosa úterovaginal. Esta unión es el sitio más importante de almacén de espermatozoides en las aves, principalmente por las razones siguientes(Ochoa, 2012).

El entrenamiento del macho se inicia con su manipulación frecuente, para que el animal se acostumbre al operador; dos o tres veces por semana son suficientes. Se eliminan las plumas del contorno de la cloaca y se comienza con el masaje eyaculatorio.

La IA requiere definir conceptos relacionados con el horario, frecuencia y dosis, de acuerdo con las condiciones climáticas y de manejo de cada región (Moya, 2003).

Se obtienen fertilidades significativas cuando la IA es realizada temprano en la mañana o tarde en la noche. Las industrias comerciales utilizan un rango de 200-240 millones de células espermáticas por IA; además se ha comprobado que la IA una vez por semana aumentaron los niveles de fertilidad (Hessling, 2006).

Finalmente, considérense dos inseminaciones a intervalos de 3 a 4 días, para las pavas primerizas y solo una por semana a las adultas. Si se maneja

adecuadamente el huevo fértil (recolección frecuente, almacenamiento por 4 a 7 días en lugar fresco (menos de 22°C), lo desinfecta con un buen desinfectante y controla los puntos cardinales de la incubación), los resultados serán exitosos, de lo contrario habrá que revisar cada etapa del proceso, identificar la falla y corregirla (Magaña, 2008)

Es muy importante que el semen sea claro y libre de materia fecal. Es posible evitar alguna contaminación retirando el alimento a los machos de 8 a 12 horas, antes de la recolección del semen.

5.2 Incubación artificial

La Incubación artificial se refiere al uso de equipo mecánico para remplazar a la hembra clueca en la incubación de los huevos. Las condiciones requeridas en el huevo a incubar son las siguientes (Gunther, 1975):

La forma del huevo debe ser perfecta. Es inadmisibles incubar huevos con deformidades en su estructura o en la composición de la cascara, ya que estos siempre dan incubaciones mucho más reducidas.

Peso. El huevo que se emplea para incubación ha de tener un peso uniforme en todo el lote, ya que esto permitirá obtener eclosiones uniformes; se considera que el peso adecuado es de 80 gramos.

Integridad. Es fundamental asegurarse, mediante el examen por el ovoscopio, que la cascara del huevo de incubación este completamente integra, dado que al encontrarse algún tipo de fisuras en la cascara del huevo son puerta de entrada para los gérmenes que pueden ocasionar infecciones internas en los huevo.

Cumpliendo con estas observaciones, el lote de huevos se introduce a la incubadora en una sola tanda para obtener uniformidad en la fecha de eclosión

Manejo y desinfección del huevo a incubar. En el manejo del huevo a incubar debemos tener presentes diferentes factores, tales como:

- 1) Recogida.- La recogida de los huevos ha de ser frecuente, para evitar que las sucesivas entradas de hembras en los ponederos puedan fisurarlos o recalentarlos una vez que ya han adquirido la temperatura ambiente, lo que es altamente perjudicial para el huevo de incubar.

Otro factor que justifica la necesidad de varias recolecciones de huevos al día es que el ambiente del gallinero está altamente contaminado por las excretas de los animales lo que favorece al desarrollo de bacterias y la contaminación del huevo.

- 2) Desinfección.- Una vez recogido el huevo del gallinero, se someterá a una desinfección mediante fumigación, con formol y permanganato. Es imprescindible realizar la desinfección inmediatamente después de cada recolección de huevos, de manera que muchas veces el huevo todavía no se ha enfriado cuando se desinfecta (San Gabriel, 1968).

Durante la incubación hay que controlar los factores de forma permanente; especialmente la constancia de la calefacción y la renovada ventilación son absolutamente necesarias. Los huevos para incubar son afectados tanto por las altas como por las bajas temperaturas. La temperatura óptima para el perfecto desarrollo del embrión es de 37.8 °C (100 °F); en los primeros 18 días de incubación puede llegar a descender uno a tres grados al día, pequeña fluctuación que se corresponde con las condiciones de la incubación natural(Gunther, 1975).

5.3 Estrategias de apropiación genética en la industria avícola

En el mundo existen compañías avícolas dedicadas a la reproducción del pavipollo, quienes controlan su reproducción porque tienen núcleos genéticos definidos. Algunas de esas compañías son: GrimaudGrup (concentrada en América, Europa, Medio oriente, África, Brasil y Asia)PHW (Empresa Europea), HENDRIX GENETICS (radica en Holanda), TYSON (Ubicada en Estados Unidos de Norte América) y NUTRECO (Empresa canadiense).

De todas ellas solo tres compañías son las que se dedican a la reproducción de pavos, a su vez se encuentran asociadas con el resto de las compañías. La empresa considerada en el 3er. lugar en la escala de reproducción de pavos es la estadounidense (Gura, 2007).

La empresa con mayor auge en venta de pavipollos en distribución mundial es British UnitedTurkeys vinculada a PHW, empresa líder en el mercado Europeo. La empresa HybridTurkeys perteneciente a Nutreco se mantiene como el 2º comerciante en venta de genética de pavos, manteniendo una cuota del 34% a

nivel mundial. Por último, la empresa WillmarPoultryCompany (WPC) ocupa el 3er lugar en el mercado mundial sobre la reproducción de pavos (Gura, 2007).

Los pavos Large White que hoy encontramos en el mercado ya no pertenecen a una determinada raza, siendo por el contrario el producto de cruzamientos expresamente programados (Caballero, *et. al.* 2011).

Estos híbridos comerciales son el producto de cruces entre dos o más líneas diferentes, dando como resultado lo que se denomina como “vigor híbrido”, mediante el cual la generación (F_1) comercial tiene características económicas superiores al promedio de las variedades originales (número de pavitos al nacimiento, peso corporal, velocidad de crecimiento, precocidad, ancho y profundidad de tronco, etc. (Gramobier, 2012).

Sin embargo en la siguiente generación (F_2) el vigor híbrido decrece en su reproducción y producción debido a la variabilidad genética, motivo por el cual las empresas avícolas requieren renovar sus reproductores. De esta manera las empresas genéticas se apropian del material genético (Gura, 2007).

6. Justificación

En México la producción de pavos es una producción que continua desarrollándose en todo el territorio nacional ya sea de manera tecnificada, semitecnificada y de traspatio. En nuestro país la producción de pavipollos no es abastecedora a la demanda requerida es por eso que existe fuerte competencia con la importación de pavos provenientes de Estados Unidos y Chile. (SAGARPA, 2010).

Las importaciones de pavos que se hacen a México son de animales destinados a la engorda; debido a que la industria avícola nacional no posee hatos núcleo, donde se desarrollan y reproducen el pie de cría y en consecuencia requieren de hacer importaciones todo el año para poder realizar sus engordas.

En México existen tres empresas avícolas que son surtidas de pavipollos desde EUA y Chile con una aportación del 57% y un 43% respectivamente. Las industrias avícolas de pavos son: Parson (Chihuahua), Mezero (Hermosillo, Sonora) y Pavos Viridiana (Yucatán) (Fregoso, 2011).

Dichas industrias primordialmente se abastecen con las demandas de pavos importadas de EUA y Chile, para así después ellos de igual manera revender el pavipollo hacia los pequeños engordadores.

Los pequeños engordadores de pavos retrasan sus ventas al mercado por el motivo de que no les son surtidos rutinariamente, ni en la proporción de sexos equitativa; estos acontecimientos se podrían justificar posiblemente porque las empresas de pavo mexicanas, solo llegan a complementarse para su propia producción de pavipollo, motivo por el cual cesan con el surtido de pavipollos a los pequeños engordadores.

7. Planteamiento de problema

¿Es posible reproducir artificialmente los pavos Large White de línea terminal (F2) destinados a la engorda para usarlos como productores de pie de cría en una pequeña explotación familiar?

8. Hipótesis

La reproducción de pavos híbridos Large White seleccionados de la engorda, como fuente pie de cría de autoreemplazo en pequeñas explotaciones familiares, producirá ejemplares con una gran variabilidad en su comportamiento reproductivo

9. Objetivo general

Determinar el comportamiento reproductivo de los pavos Large White de línea terminal destinados a la engorda como pie de cría de autoreemplazo en una granja de producción familiar.

10. Objetivos particulares

- Determinar el inicio de la actividad reproductiva de las pavas y pavos mediante disección de órganos reproductivos colectados de animales sacrificados.
- Determinar la capacidad fertilizante de machos mediante espermiogramas.
- Determinar mediante la tasa de eclosión la fertilidad de las pavas inseminadas.

11. Material y Métodos.

El presente trabajo se realizó en el rancho “La Esperanza” ubicada en Tarimbaro Michoacán y en la Unidad de servicios Integrales en reproducción Animal (USIRA) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UMSNH. Dicha granja no solo cuenta con la engorda de pavos, ya que dentro de la granja se encuentran

instalaciones de bovinos de leche y caballerizas. Las instalaciones de los pavos en engorda son de concreto rustico teniendo un cerco de malla para evitar la entrada de otros animales al corral, manteniendo un sistema de alimentación y bebederos automatizado.

La instalación cuenta con una capacidad de 55 pavos en engorda. Las pavas que se utilizaron en el trabajo (9) se mantuvieron en corrales individuales durante el ciclo de postura (24 semanas).

Una vez que termina el periodo de engorda, los pavos son llevados a sacrificio para su venta, incrementándose la venta en los días festivos. Los pavos son sacrificados, desplumados y despiezados dentro de la misma granja. La venta del producto se realiza en un local del propio productor, en la ciudad de Morelia

Para cumplir con el primer objetivo particular se sacrificaron 5 pavas que no habían iniciado su ciclo de postura. Se colectaron los aparatos reproductivos respectivos, mediante disección. Cada órgano del aparato reproductivo de la hembra, se separó, para obtener su peso y longitud. El tracto genital se extendió en toda su longitud, para medirlo. Para determinar el peso de los órganos reproductores se empleó una báscula con el mínimo de margen de error, de 1 g por kg.

Un macho prepuber fue sacrificado para obtener las diferentes medidas de morfometría de sus órganos reproductivos (testículos y conductos deferentes)

Para determinar la capacidad fertilizante de los sementales se utilizaron 2 machos (32 semanas de edad) con un peso promedio de 18.8 kg. Los pavos fueron sometidos a estimulaciones mediante un masaje abdominal para la eyaculación y

el semen fue colectado en tubos de 1ml y se evaluó mediante los procedimientos descritos (Ochoa, 2012)

El semen se diluyó en el diluyente de Beltsville de Aves de Corral (Beltsville poultry Semen Extender o BPSE), en una relación del 50% y 50% semen-diluyente.

Para evaluar la fertilidad de las pavas, se utilizaron los huevos obtenidos de 9 reproductoras criadas en la explotación, seleccionadas de un lote de engorda. Cuando las pavas presentaron ciclo de postura, fueron inseminadas. Para ello, se posicionaron en decúbito lateral y así observar la cloaca, comprimirla para exponer el proctodeo. Para el depósito del semen, se emplearon jeringas de insulina. Una vez introducida la jeringa en el proctodeo, se esperó a que la cloaca vuelva a su posición inicial para inyectar el semen, sin problemas de regresión. La dosificación de semen/hembra promedio fue de 0.39 ml, conteniendo una concentración espermática aproximada de 328×10^6 .

El propietario de las pavas recolectó los huevos, revisando los galpones una vez por día y registrando cada huevo con la fecha de puesta. Los huevos fueron trasladados en charolas recolectoras hasta una sala de preparación, pre-incubatoria; procediendo con la limpieza y desinfección de los huevos; para ello se utilizaron torundas del algodón y agua destilada. Todos los huevos obtenidos se pesaron para agilizar el procesamiento de registros.

Los huevos se introdujeron en una incubadora automática, a una temperatura de 37.5° C y humedad del 60%. Los huevos incubados se voltearon por la propia incubadora y permanecieron durante 28 días.

12. Resultados y Discusión

Los resultados fueron analizados mediante mediciones, conteos foliculares y espermograma, en el caso de la pava se analizaron los aparatos reproductivos estas se midieron de acuerdo a su longitud y peso en kg. Mientras que en los pavos se realizaron conteos de espermatozoides por medio de espermogramas y se midió el aparato reproductor.

12.1. Morfometría del aparato reproductor e inicio de la actividad reproductiva.

En el cuadro 5 se muestra el desarrollo folicular de los ovarios de las pavas y el inicio de la actividad reproductiva. Se encontró que una pava mostró folículos posovulatorios (FPO) en sus ovarios. Las cinco pavas (28-32 semanas de edad) mostraron una gran cantidad de pequeños folículos, F5. Cuatro de las pavas presentaron unos cuantos folículos amarillos F3 (10 mm) y F4 (5 mm). La pava 1, con 32 semanas de edad mostró 8 folículos posovulatorios y varios folículos preovulatorios, desde F5 hasta F1. Estos hallazgos, son indicadores de que en todas las pavas se ha iniciado el funcionamiento del eje hipotálamo-hipófisis-ovarios, lo que explica el crecimiento folicular observado, pero solo la pava 1 ha alcanzado la pubertad e iniciado el ciclo de postura. El resto de las pavas estarían en etapa prepuber. Estos datos muestran que las pavas Large White de engorda llegan a la pubertad aproximadamente a las 32 semanas, una edad similar a la indicada por Ochoa (2012)

Cuadro5 Clasificación folicular conforme al grado de desarrollo en pavas jóvenes.

Pavas	Edad (Semanas)	F1	F2	F3	F4	F5	FPO
1	32	2	2	1	8	60	8
2	28	0	0	2	5	87	0
3	28	0	0	1	3	315	0
4	28	0	0	0	4	250	0
5	32	0	0	4	6	290	0

En la cuadro 6 se muestran los pesos de los órganos reproductores de las pavas así como el peso individual de cada uno de los órganos por separado. En la pava No. 1, con actividad reproductiva, cada segmento del aparato reproductor fue de mayor peso que en el resto, esto probablemente al efecto de las hormonas ováricas, que estimulan el crecimiento del aparato reproductor. En efecto, Dalrympleet *al.*, (1968) señala que el peso y la longitud del aparato reproductivo de las pavas varía con la actividad reproductiva.

En el presente trabajo, el peso del aparato reproductor y de los ovarios fueron mayores a los reportados por Dalrympleet *al.*, (1968) en pavas de la misma raza, pero con 53 semanas de edad (Cuadro 6).

Cuadro6. Peso de los órganos reproductores de pavas de 28 a 32 sem de edad (n=5).

N o	Edad (sem)	P.V (kg)	P.C. (kg)	A.R. (gr)	Ovario s (gr)	Inf. (gr)	Mag. (gr)	Ist. (gr)	Ut. (gr)	Vag. (gr)	Cloac a (gr)
1	32	15	12	415	200	5	50	15	25	10	15
2	28	12	10	135	50	5	25	10	20	10	15
3	28	14	12	140	35	5	40	15	25	10	15
4	28	14	12	60	20	2	10	5	25	10	5
5	32	15	12	175	65	5	30	10	25	10	30

Numero de pavas (No), Peso vivo (PV), Peso en canal (PC), Aparato reproductor (AR), Infundíbulo (Inf), Magnum (Mag), Istmo (Its), Utero (Ut), Vagina (Vag), Cloaca (Cloa), Gramos (Gr).

En la cuadro 7, las pavas 1 y 3 mostraron un mayor desarrollo anatómico del aparato reproductivo, que en el resto. Esto es lógico para la pava 1, por tener una mayor actividad ovárica y de hormonas, que estimulan no solo el peso, sino también el crecimiento de sus órganos. Pero no es clara la explicación en el caso de la pava 3, puesto que muestra una menor actividad ovárica, aunque presenta más de 300 folículos, que probablemente estén teniendo actividad endocrina.

Dalrymple (1968) obtuvo las siguientes medidas para el oviducto de pavas de la misma raza: infundíbulo 10.09-11.07 cm, magnum 44.5-45.2 cm, Istmo 12.6-14.5 cm, útero 09.06-10.08 cm y vagina 2.06 a 3.05 cm. Estos valores se encuentran dentro de los rangos obtenidos en el presente trabajo (cuadro 7)

Cuadro7. Longitud (cm) del aparato reproductor de las pavas de 28 a 32 sem de edad(n=5).

No .	Edad (sem)	Ap. Rep. total	Oviducto	Infundí bulo.	Magnu m	Istmo	Útero	Vagina	Cloaca
1	32	89.0	69	7	48.5	13.5	9.5	7	3.5
2	28	78.5	59.5	10.5	37	12	8.5	7	3.5
3	28	89.4	72	15.5	36.5	20	9.5	4.9	3.0
4	28	54.5	39	10.5	19	9.5	7.0	5	3.5
5	32	79.5	61.5	16	31	14	8.5	5.5	4.0

En la cuadro8 se muestra el peso del aparato reproductor de un macho Large White, de 32 semanas de edad y 14 kilos de peso vivo. El aparato reproductor tiene un total de 95 gr.

Cuadro8.Peso del aparato reproductor de un macho.

Edad (sem)	P. V. (kg)	P. C. (kg)	Ap. Rep. (gr)	P. Tes. Izq. (gr)	P. Tes. Der. (gr)	P. Cond. Def. (gr)	
32	14	12	95	45	30	20	

En la cuadro 9 se observan las dimensiones del aparato reproductor del pavo con una edad de 32 semanas, teniendo un total de 28 cm de longitud en el aparato reproductor completo.

Cuadro9. Longitud del aparato reproductor del macho (cm).

Long. Ap. Rep.	Largo. Tes. Izq.	Ancho. Tes. Izq.	Largo. Tes. Der.	Ancho. Test. Der.	Long. Cond.Def.
28	6.5	4.5	6	4	32

En la cuadro10 se muestra la edad y el peso de los pavos que fueron sacrificados para la investigación lo cual menciona que las pavas estaban en un promedio de 13.7 kg a las 30 semanas de edad, mientras que los pavos estaban en 20.25 kg, a las 32 semanas de edad. Estos resultados son inferiores a lo reportado por Caballero, *et. al.* (2011), ya que dicho autor indica que el peso promedio de la hembra a los 24 semanas de edad es de 14 kg, mientras que en el macho es de 18 kg.

Cuadro10. Edad y peso vivo de los reproductores sacrificados.

Individuos	n	Edad promedio (semanas)	Peso Corporal promedio(kg)	D.E. ±
Machos	3	32	20.25	1.76
hembras	5	30	13.7	1.2

12.2. Características del semen de pavos Large White

Los valores promedio para las características del semen de los pavos Large White, en el presente estudio (cuadro 11), están de acuerdo con un estudio previo (Alltech, 2011), quien encontró, un volumen de semen 0.2 a 1 ml, una movilidad espermática del 77.05%, la viabilidad espermática del 70%, un máximo de

anormalidades del 15% y una concentración espermática de 1,500 a 3,000 millones. Lo que indica que los pavos estudiados producen semen fértil a las 32 semanas de edad.

Cuadro 11. Características del semen de los pavos de engorda a las 32 semanas de edad y 20 kg PV (n=5).

Características	Promedio	D.E. (±)
Volumen (ml)	0.86	0.15
Movilidad espermática (%)	80	0
Viabilidad espermática (%)	83.66	4.50
Anormalidades espermáticas (%)	12	1
Concentración espermática/ml(10^6)	1,602.7	3,104.9
Concentración espermática total (10^6)	2,953.99	1,036.3

12.3 Fertilidad de las pavas inseminadas.

Cuadro 12. El porcentaje de fertilidad en hembras fue del 66 %, considerando la suma de los huevos con muerte embrionaria y eclosionados. Sin embargo, durante la incubación hubo una elevada mortalidad embrionaria (41.6%), posiblemente por un mal manejo de la incubadora, ya que la temperatura no se mantuvo constante; lo que redujo la tasa de eclosión al 25%. Esta tasa es muy baja en comparación con la encontrada por varios autores (Ochoa, 2012 y López, 2008).

Cuadro12 Fertilidad en pavas de engorda.

	Incubación de huevos	%
Muerte embrionaria temprana	4	16
Muerte intermedia	4	16
Muerte tardía	2	8
Eclosiones	6	25
No fertilizados	8	33
Total de huevos	24	100

13. Conclusiones

1. La actividad reproductiva de las hembras y de los pavos híbridos (F2) comienza a las 32 semanas de edad.
2. Los machos produjeron semen fértil a las 32 semanas de edad.
3. El porcentaje de fertilidad fue del 66%, pero la tasa de eclosión fue solo del 25%, debido a una elevada mortalidad embrionaria, probablemente por un manejo deficiente de la incubadora.
4. En síntesis, Los pavos de engorda (F2), son capaces de reproducirse.
5. Se sugiere ampliar el trabajo con más animales y realizar pruebas de comportamiento durante el crecimiento y engorda de la progenie

14. Bibliografía.

Aire, T. A. (2007). Spermatogenesis and testicular cycles. In B. G. M. Jamieson (Ed.), *Reproductive Biology and Phylogeny of Birds*, Vol. 6 (pp. 279 e 347). Enfield, NH: SciencePublishers.

Alltech. (2011). Efectos del selenio en forma orgánica o inorgánica en la calidad del semen del pavo. [En línea].http://www.alltechmexico.net/articulostecnicos/flashs_tecnicos/aves/aves_32.pdf. [Consulta 13/06/2012].

American Poultry Association, (2015). American Poultry Association, PO Box 306, Burgettstown, PA, 15021, apasecretary@aol.com. [En línea] Available at: www.amerpoultryassn.com/vaccination_guide.htm [Último acceso: 18 septiembre 2015].

Anónimo. (1985). El pavo. [En línea]. <http://www.uclm.es/profesorado/produccionanimal/trabajos%20explotaciones%20ganaderas02-03/pavo.pdf>. [Consulta 07/05/2012].

Ashizawa, K., & Sano, R. (1990). Effects of temperature on the immobilization and the initiation of motility of spermatozoa in the male reproductive tract of the domestic fowl, *Gallus domesticus*. *Comp. Biochem. Physiol. A: Comp. Physiol.*, 96, 297 e 301.

Austic, R. E. Nesheim M. (1994), *Producción avícola*. México DF. Editorial: el manual moderno, pp. 101 a 123.

Bardaji, M.J. (2011). Anatomía y fisiología en aves [En línea]. <http://www.itgganadero.com/docs/itg/docs/2011/baaves/anatomiayfisiologiadelas.pdf>. [Consulta 11/05/2012].

Brillard, J., (1982). Aspectos prácticos de la inseminación artificial de las hembras gallinas, pintadas y pavos. s.l.:Real Escuela Oficial y Superior de Avicultura.

Caballero, C. A., Abarca, L.M., Aguilar, S. L.J., Antequera N. F.J. (2011). Producción animal III producción de pavo y pato. [En línea]. <http://www.uclm.es/profesorado/produccionanimal/ProduccionAnimalIII/Trabajos/TrabajoG1.pdf>. [Consulta 18/05/2012].

Crawford, (1992). Introduction to europe and diffusion of, University of Saskatchewan. Saskatoon, Department of Animal and Poultry Science.

Christensen y Bagley, (1989). Efficacy of fertilization in artificially inseminated turkey hens. Poultry Sci 68:724-29.

Dalrymple., (1968). The Reproductive Tract of the Turkey Hen (A Biometrical Study). s.l.:Department of Animal Science, University of Guelph..

Etches, R. J. (1996). Female Reproduction: Control of Ovarian Function. Alberta Poultry Research Centre, 4-10.

FIRA (2010). Monografía del Guajolote o Pavo. [http://web.archive.org/web/20121227045228/http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Monografias/MonografiaGuajolote\(dic%2010\)vf.pdf](http://web.archive.org/web/20121227045228/http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Monografias/MonografiaGuajolote(dic%2010)vf.pdf)

Fregoso, Juliana. (2011). Pavos: industria con historia de éxito. [En línea]. <http://www.cnnexpansion.com/manufactura/2011/12/15/pavos-industria-con-historia-de-exito>. [Consulta 19/06/2012].

Gramobier S. A. C. (2001). Manual de manejo para la crianza de pavos. [En línea]. <http://mvz.unipaz.edu.co/textos/biblioteca/guias/manual-pavos.pdf>. [Consulta 08/10/2015].

Guidobono, L. C. (1985). El pavo, cría, incubación y patología. Madrid, España. Editorial mundi-prensa. pp. 199-207, 123-128.

Gunther, H. (1975). Medidas sanitarias en la explotación avícola. Zaragoza. Editorial: acribía. pp. 68 a 178.

Gura, S. (2007). Estrategias de apropiación y concentración de un poder emergente en la economía alimentaria mundial. [En línea]. http://www.pastoralpeoples.org/docs/livestock_genetics_es.pdf. [Consulta 11/06/2012].

Hafez E.S.E. (2002). Reproducción e inseminación artificial en animales. Reproducción en aves de corral: macho y hembra. Carolina EUA. Editorial McGraw-Hill interamericana. pp. 243 a 265.

Hawes, R. O., (2007). Choosing a Variety and Obtaining Poults. Pittsboro, NC 27312 USA: The Livestock Conservancy.

Hernández, M. V. H. (2006). Comportamiento productivo de las pavas nativas. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Morelia Michoacán, México.

Hessling, H. K., (2006). Inseminación Artificial. World Poultry, 24(7), pp. 24-25.

Howard, R., and Moore A. (1984). A Complete Checklist of Birds of the World, revised edition. Macmillan, London.

Juárez A y Gutiérrez E. (2009). Control de cloquez en comportamiento productivo de guajolotes criollos. [En línea].

<http://www.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2009/enero/5.pdf>. [Consulta 11/05/2012].

Kirby, J. D., & Froman, D. P. (2000). Reproduction in male birds. In G. C. Whittow (Ed.), Sturkie's Avian Physiology (pp. 597 e 615). San Diego, CA: Academic Press.

López, Z.R., Cano, C.H., Chassin, N.O. y Zavala P. M.G. (2008). Comportamiento productivo de una parvada de guajolote domestico meleagris gallopavo de traspatio criado bajo condiciones de confinamiento total. [En línea].

http://www.revistaciencia.uat.edu.mx/investigacion.php?subaction=showfull&id_fixed=1246452734&archive=&start_from=&ucat=3&. [Consulta 19/11/2015].

Magaña, A. O., (2008). Manual de inseminación artificial en pavas (tesis de licenciatura). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Morelia Michoacán: s.n.

Mercia, S. L. (1983). Cría casera de pavos. Ed. Continental, México. p. 55 - 59.

Moya, A., (2003). Introducción de la inseminación artificial. Cubana de Ciencia Avícola, Issue 27, pp. 129-133.

Ochoa, A. F. (2012). Integridad de la membrana plasmática y capacidad fertilizante del espermatozoide de guajolote nativo (meleagris gallopavo gallopavo) criopreservado en triladyl. Tesis de Maestría. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Morelia, Michoacán, México.

Ortiz, M. A. (2008). Manual de inseminación artificial en pavos. Tesina de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Morelia Michoacán, México.

Pierre Deviche. (2001). Avian Testicular Structure, Function, and Regulation, Arizona State University, Tempe, AZ, USA, Elsevier Inc. All rights reserved.

Quintana J. A. (2003). Avitecnía, manejos de las aves domésticas más comunes. México DF. Editorial: trillas. pp. 189 a 279.

San gabriel A. (1968). Patología de la incubación y enfermedades del polluelo. Barcelona, España. Universidad de Zulia. Editorial: aedos. pp. 109.

Siap-sagarpa; (2010). Monografía guajolote. [En línea].

[http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Monografias/MonografiaGuajolote\(dic%2010\)vf.pdf](http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Monografias/MonografiaGuajolote(dic%2010)vf.pdf) . [Consulta 14/05/2012].

Schorger, A.W. 1966. The Wild Turkey. Its History and Domestication. University of Oklahoma Press, Norman.

Sisson S. y Grossman. J.D. (1982). Anatomía de los animales domésticos. Barcelona España. Editorial Masson. (pp. 2104).

Sponenberg, (2005). Turkey conservation in the United States. Virginia - Maryland Regional College of Veterinary Medicine.: Virginia Tech. Blacksburg, VA 24061. USA.

Valadez A. R. (1996). La Domesticación Animal. Plaza y Valdés. México, D. F.

Villamar. (2007). Situacion actual y perspectiva de la produccion de carne de guajolote (pavo) en Mexico 2006. Claridades agropecuarias, 3-37.

15. Anexo



FIGURA 11. Sacrificio y disección de los pavos para la medición y pesaje de los órganos reproductivos.



FIGURA 12. Técnica de colección de semen. Esta consiste en dar un ligero masaje alrededor de la cloaca con la finalidad de exponer el falo, se presiona el falo para extraer el semen colectándolo con una jeringa.



FIGURA 13. Evaluación y Dilución del semen de los dos machos colectados una vez hecho la evaluación microscópica.



FIGURA 14. Inseminación artificial de las pavas para esto se realiza una presión digital en la matriz a través de la zona baja adyacente a la cloaca generando un prolapso parcial y una vez expuesto el oviducto se deposita un total de 0.25 ml de semen, con una jeringa de insulina (Ochoa, A. F. 2012).