



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Componente práctico del Examen de Grado de carácter Complexivo,  
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito para  
obtener el título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA:**

“La inseminación artificial en aves: un enfoque  
biotecnológico.”

**AUTOR:**

Ángel Steven Bajaña Carbo

**TUTORA:**

Ing. Zoot. Carmen Vásconez Montúfar, Mgtr. Cs.

**BABAHOYO – LOS RÍOS – ECUADOR**

**2023**

## RESUMEN

La presente investigación se realizó con el fin de explorar los avances tecnológicos relacionados con la reproducción asistida en aves, centrándose de manera principal en la técnica de inseminación artificial (IA). Esta técnica ha revolucionado el mundo de la reproducción, brindando nuevas perspectivas y soluciones en la mejora genética, con lo cual se contribuye a la conservación de la biodiversidad y la producción avícola. Para dar a conocer los desafíos por los cuales se enfrentan los productores y los conservacionistas de especies en peligro de extinción, se llevó a cabo este estudio, se recopiló información de múltiples autores que compartían el mismo enfoque lo que permitió abordar de manera integral el tema proporcionando una visión completa y fundamentada en la literatura científica disponible, para así contribuir en los avances investigativos que permitan promover la preservación de material genético. Entre los desafíos asociados con la IA se destaca la subutilización del semen (la calidad, viabilidad y volumen); para ello, es preciso considerar el manejo de las aves que se van a entrenar para este proceso y así garantizar los niveles de fertilidad. Se han documentado casos exitosos a lo largo del tiempo; no obstante, se han evidenciado problemas de fertilización inconsistentes y dificultades en la implementación efectiva de la técnica. Las tendencias emergentes indican un futuro prometedor para la inseminación artificial aviar, por lo tanto, para asegurar el éxito reproductivo se deben ampliar el número de investigaciones implementando en su desarrollo, un enfoque ético y de bienestar hacia los animales.

**Palabras claves:** Inseminación artificial, reproducción asistida, calidad espermática, especies avícolas

## SUMMARY

This research was carried out with the purpose of exploring the technological advances related to assisted reproduction in poultry, focusing mainly on the artificial insemination (AI) technique. This technique has revolutionized the world of reproduction, offering new perspectives and solutions in genetic improvement, thus contributing to the conservation of biodiversity and poultry production. In order to make known the challenges faced by producers and conservationists of endangered species, this study was carried out by compiling information from multiple authors who shared the same approach, which allowed a comprehensive approach to the subject, providing a complete vision based on the available scientific literature, in order to contribute to research advances that promote the preservation of genetic material. Among the challenges associated with AI is the underutilization of semen (quality, viability and volume); for this, it is necessary to consider the management of the birds to be trained for this process and thus guarantee fertility levels. Successful cases have been documented over time; however, inconsistent fertilization problems and difficulties in the effective implementation of the technique have been evidenced. Emerging trends indicate a promising future for poultry artificial insemination, therefore, to ensure success, it is necessary to consider a number of factors to ensure the success of the technique.

**Keywords:** artificial insemination, assisted reproduction, sperm quality, poultry species

## Índice de Contenido

RESUMEN.....	ii
SUMMARY .....	iii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I. MARCO METODOLÓGICO.....	3
1.1. Definición del caso de estudio .....	3
1.2. Planteamiento del problema .....	3
1.3. Justificación.....	4
1.4. Objetivos .....	4
1.5. Fundamentación teórica .....	5
1.6. Hipótesis .....	30
1.7. Metodología de la investigación .....	30
CAPÍTULO II. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	31
2.1. Desarrollo del caso .....	31
2.2. Situaciones detectadas (hallazgos).....	31
2.3. Soluciones planteadas.....	32
2.4. Conclusiones.....	33
2.5. Recomendaciones .....	33
BIBLIOGRAFÍA .....	35

## INTRODUCCIÓN

La producción avícola, que comprende la cría y explotación de aves con fines comerciales, ha experimentado una transformación significativa a lo largo de la historia. Desde sus inicios como una práctica principalmente destinada al suministro de carne y huevos para consumo humano, hasta la actualidad, donde la demanda global de productos avícolas se encuentra en constante crecimiento, este sector ha estado marcado por la búsqueda constante de métodos y tecnologías para mejorar la eficiencia, la calidad y la sostenibilidad de la producción.

Uno de los avances más revolucionarios en la producción avícola en las últimas décadas ha sido la incorporación de la inseminación artificial como una herramienta integral en la gestión de poblaciones de aves; aunque esta técnica se desarrolló inicialmente en el ámbito de la reproducción animal y se aplicó por primera vez en la industria ganadera, su adaptación y evolución en el contexto de la producción avícola han sido asombrosas.

La inseminación artificial ha revolucionado el mundo de la reproducción en especies animales, brindando nuevas perspectivas y soluciones en la mejora genética, la conservación de la biodiversidad y la producción avícola. Según Andi (2022) la biotecnología aplicada a la reproducción de aves, no repercute ni causa daños donde se desarrollen, sin afecciones a los animales que impliquen en el bienestar animal; sin embargo, el avance de estas técnicas promueve la recuperación y mantenimientos del material genético de ciertas especies que se encuentran en peligro de extinción.

Es claro que la técnica de inseminación artificial en las especies avícolas se ve reducida a nivel de investigaciones debido a la escasa información existente en las técnicas de extracción y manipulación de semen; sin embargo, desde un enfoque biotecnológico, esta práctica se presenta como una herramienta de gran relevancia a nivel reproductivo, ya que nos ofrece oportunidades para aumentar la productividad, la calidad y variabilidad genética de las poblaciones avícolas, al mismo tiempo que permite abordar desafíos relacionados con la preservación de aquellas especies amenazadas.

La inseminación artificial en aves está destinada a desempeñar un papel significativo en la mejora del crecimiento, la eficiencia alimentaria y la conformación corporal de las aves de engorde (McDaniel, 1985) A medida que se reconoce su potencial, esta técnica se está introduciendo gradualmente en la producción avícola debido a los beneficios tangibles que puede aportar; en un planeta en constante evolución, donde la demanda de productos avícolas está en constante aumento y la conservación de especies en peligro de extinción se vuelve esencial.

En la actualidad, es fundamental destacar que numerosos estudios respaldan la percepción de la inseminación artificial en aves como una herramienta crucial para mejorar la genética en la producción avícola, especialmente en la formación de líneas puras (Giavarini, 1992); esta técnica no solo reduce los costos de producción por hembra, sino que también previene la propagación de enfermedades de transmisión sexual, lo que refuerza aún más su importancia en el contexto de la avicultura moderna.

La inseminación artificial juega un papel de gran importancia en el mejoramiento genético y, por consiguiente, en el aumento del rendimiento de la industria avícola, en este contexto, el macho adquiere una relevancia crítica, ya que contribuye en un 50 % al éxito de los resultados productivos (Quijano *et al.*, 2015); por lo tanto, la evaluación seminal se convierte en un aspecto fundamental y crítico en el desarrollo de la inseminación artificial, ya que en muchos casos los machos con fertilidad reducida muestran alteraciones detectables mediante un análisis rutinario del semen.

Basado en este antecedente, el presente trabajo bibliográfico resaltó el fascinante mundo de la inseminación artificial en aves; para ello, se destacan los factores asociados a la reproductividad y a los aspectos biotecnológicos. Además, se consideran las implicaciones en la industria avícola, la conservación de la biodiversidad y la comprensión de los procesos reproductivos en las aves; a través del análisis de investigaciones recientes, estudios de casos y avances tecnológicos, se aportó con una síntesis argumentativa sobre la importancia y el potencial de esta técnica desafiante.

## **CAPÍTULO I. MARCO METODOLÓGICO.**

### **1.1. Definición del caso de estudio**

Este caso de estudio se centra en la aplicación y el impacto de la inseminación artificial en la producción agropecuaria, específicamente en el contexto de la reproducción y cría de aves con fines comerciales; el presente documento pretende seleccionar información de relevancia y así ofrecer un enfoque holístico de los principales pros y contras que se le atribuyen a la Inseminación Artificial; asimismo, se contribuirá con investigación clara con respecto a la fertilidad y su relevancia a nivel reproductivo.

### **1.2. Planteamiento del problema**

La inseminación artificial en aves, como en otras especies animales, representa un enfoque biotecnológico de gran relevancia en la industria avícola; esta técnica ha demostrado ser valiosa para mejorar la genética y la producción de aves, entre sus principales desafíos es la necesidad de personal altamente capacitado y especializado, ya que para su aplicación se requiere habilidades técnicas precisas, puesto que implica la manipulación cuidadosa de los órganos reproductores de las aves para lograr una fecundación exitosa.

Además, el mayor desafío que enfrentan los productores que están interesados en aplicar esta técnica en aves se encuentra directamente relacionado a la subutilización del semen, particularmente en especies avícolas monógamas. Este problema resalta la necesidad de abordar deficiencias en la gestión de la producción avícola, ya que pueden dar lugar a problemas en la producción y contaminación; no obstante, es esencial tener en cuenta que, a pesar de la calidad del semen, no todos los eyaculados aptos garantizan niveles normales de fertilidad (Gomendio *et al.*, 2006).

Otra problemática importante es la selección de aves para la obtención de semen de alta calidad; por lo que la genética de los reproductores y su manejo nutricional se consideran con puntos críticos para garantizar la calidad del semen utilizado en la inseminación artificial. La falta de atención a estos aspectos puede afectar negativamente la fertilidad de los huevos y la salud de las crías, al igual que el bienestar de las aves, ya que una manipulación frecuente puede generar estrés y afectar negativamente su calidad de vida.

### **1.3. Justificación**

El presente trabajo se justifica por su relevancia en la industria avícola, la necesidad de garantizar la seguridad alimentaria y su contribución en la academia; cabe recalcar que la industria avícola es una fuente significativa de proteínas en la dieta humana a nivel mundial. La mejora de la genética y la eficiencia de reproducción de las aves es crucial para garantizar un suministro constante de productos avícolas de alta calidad, por lo que la inseminación artificial puede contribuir a este objetivo y, por lo tanto, justifica una investigación bibliográfica de este tipo.

La inseminación artificial juega un papel de gran importancia en el mejoramiento genético y, por consiguiente, en el aumento del rendimiento de la industria avícola. En este contexto, el macho adquiere una relevancia crítica, ya que contribuye en un 50 % al éxito de los resultados productivos (Quijano *et al.*, 2015); por lo tanto, la evaluación seminal se convierte en fundamental y crítico, ya que en muchos casos los machos con fertilidad reducida muestran alteraciones detectables mediante un análisis rutinario del semen.

Además, es reconocido que en el Ecuador la mayor parte de productores que ejercen este tipo de actividad como un sustento económico, desconocen las estrategias que pueden llegar a utilizar para garantizar el bienestar de los animales que se encuentran en producción. Asimismo, es claro que la implementación eficaz y ética de la IA requiere de una comprensión sólida de los desafíos que se pueden presentar al momento de manipular las aves reproductoras.

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Describir los desafíos relacionados con la inseminación artificial en aves, centrándose en aspectos de biotecnología, con el propósito de explorar avances tecnológicos y la conservación de las especies.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Recopilar y sintetizar información sobre las diferentes técnicas utilizadas en la inseminación artificial de aves
- Identificar los métodos específicos de inseminación artificial en aves desde una perspectiva biotecnológica.



## **1.5. Fundamentación teórica**

La inseminación artificial (IA) en aves, como una técnica avanzada de reproducción asistida, ha emergido como un elemento clave en la industria avícola moderna, su impacto en la mejora de la genética, la eficiencia de producción y la seguridad alimentaria es innegable; sin embargo, esta técnica biotecnológica no está exenta de desafíos, que abarcan desde la capacitación del personal hasta la consideración del bienestar animal.

La Inseminación Artificial es una técnica que ha sido empleada en cruzamientos entre aves de selección con el fin de mejorar trabajos realizados: un ejemplo, es la forma bastante eficaz para llevar a cabo estos controles son la utilización de la inseminación artificial. Ubicando el gallo y las gallinas en jaulas individuales en el momento que se vaya a proceder a la reproducción e inseminándolas una vez cada siete días, nos será fácil conocer el padre y la madre de cada pollito. (Francesch, 1994).

### **1.5.1. Inseminación artificial en aves: Fundamentos**

La Inseminación Artificial en aves se fundamenta en una comprensión profunda de la fisiología reproductiva de estas especies; en su núcleo, esta técnica se basa en la manipulación cuidadosa de los órganos reproductores tanto de los machos como de las hembras para lograr la fecundación de los huevos de manera controlada y eficiente. En este contexto, por lo que comprender los fundamentos de la inseminación artificial en aves es esencial para aprovechar al máximo esta técnica y mejorar la genética de manera eficiente.

Desde una perspectiva fisiológica, la Inseminación Artificial posibilita y facilita el encuentro entre el espermatozoide y el óvulo sin requerir la unión sexual; es importante destacar que, en la historia de la reproducción asistida, solo se mencionan aquellos individuos que de forma directa o indirecta contribuyeron a su desarrollo, ya sea en el ámbito humano o zootécnico. Además, la inseminación artificial ofrece la ventaja de ser una técnica que puede aplicarse en la hibridación de especies diferentes, como pavos y gallinas, gallos y codornices, o gallos y faisanes, lo que amplía su alcance y aplicabilidad en la mejora genética de aves.

### **1.5.1.1. Historia y evolución de la Inseminación Artificial en aves**

La historia y evolución de la Inseminación Artificial en aves constituyen un fascinante recorrido por el desarrollo de una técnica que ha revolucionado la industria avícola a lo largo de las décadas; aunque las raíces de la IA se remontan a la antigüedad, con registros históricos, ya que desde los siglos XVII, XVIII, la idea más aceptada fue la teoría de la "preformación" de la "*quema de vino espermático*". Observan que los gérmenes que se encuentran dirigidas a humanos, animales o plantas son muy pequeñas, pero en cualquier caso se parecen a individuos en estado adulto (Martínez, 1939).

Al inicio se caracterizó la técnica por el uso de métodos rudimentarios de recolección y transferencia de esperma, ya en la actualidad se observa nuevas técnicas de vanguardia las mismas que han desempeñado un papel fundamental en la mejora genética, el aumento de la eficiencia de producción y la significativa contribución a la seguridad alimentaria a nivel global. A lo largo de su evolución, esta técnica ha narrado una historia marcada por la innovación y la adaptación constante en la búsqueda incansable de mejoras en la cría de aves y la producción de alimentos.

Varios de los experimentos de Spallanzani obtuvieron resultados exitosos, él sostenía la creencia de que entre los óvulos infértiles podría haber fetos en desarrollo, influenciados por los espermatozoides; a pesar de que estos experimentos no tenían un fin científico, es importante destacar que fueron los primeros en llevarse a cabo de manera sistemática y contribuyeron a corregir ciertos conceptos erróneos de su época. Estos trabajos proporcionaron una base sólida para otros investigadores interesados en el nuevo sistema de fertilización (Vargas-Ibarra, 2018).

El abordaje científico de la Inseminación Artificial comenzó en 1899, cuando el fisiólogo Ivanov emprendió una serie de experimentos con animales de laboratorio (aves, conejos e insectos), que posteriormente se extendieron a vacas, ovejas y caballos; por lo que fue considerado pionero al proponer la dilución del esperma para aumentar su rendimiento y demostró experimentalmente su viabilidad. Después de su éxito con la Inseminación Artificial en aves, varios investigadores, reconocieron el potencial de este nuevo método; llevando a cabo una creciente especulación científica y a su valorización en operaciones zootécnicas, lo que a su vez motivó la investigación en sistemas para la extracción, almacenamiento y recuperación del esperma, así como la propia inseminación (Robay, 2015; citado por Hernández *et al.*, 2017).

Los entrenadores de halcones dan prioridad a las aves que han sido registradas previamente para llevar a cabo recolecciones cooperativas de semen; este enfoque se basa en un manejo cuidadoso de los halcones, promoviendo su sociabilidad y permitiendo que estas aves desarrollen relaciones sexuales artificiales con los entrenadores con el tiempo (Naturaleza Cercana, 2011). La técnica depende en gran medida de la disposición del ave, que puede cooperar activamente en la recolección de las muestras de semen necesarias para futuras inseminaciones artificiales con hembras de su misma especie (González, 2019).

Rybnik *et al.*, (2007; citado por González, 2019b) señalan que la recolección de semen se lleva a cabo mediante cópulas simuladas, ya sea sobre el lomo del entrenador del ave o con el uso de maniqués que cumplen el papel de hembras, como se ha observado en algunas especies de avestruces (*Struthio camelus*); este proceso suele comenzar temprano en la temporada de reproducción y se realiza en un entorno propio del ave, a menudo bajo la supervisión de la misma persona. Es importante destacar que esta técnica puede alcanzar un porcentaje de recuperación de la eyaculación de hasta un 57 %.

Según Prieto *et al.*, (2014; citado por González, O. 2019b) los beneficios de este enfoque incluyen la reducción del estrés en las aves y la minimización de los riesgos de traumatismos o fracturas, así como la disminución de la contaminación de las muestras con heces, orina u otros fluidos no deseados. No obstante, es relevante señalar que el proceso de entrenamiento es necesario para llevar a cabo esta técnica puede requerir hasta dos años de dedicación.

#### **1.5.1.2. Bases fisiológicas y biológicas de la Inseminación Artificial en aves**

Las aves son vertebrados ovíparos, son animales de sexos separados con fecundación interna, lo que significa que la fertilización de los huevos ocurre internamente. A diferencia de algunos animales, las aves carecen de órganos reproductores externos, y la fecundación se produce mediante el contacto entre las cloacas del macho y la hembra (FlexBooks, 2022); previo a la cópula se realizan rituales reproductivos altamente elaborados, cortejos que incluyen danzas y cantos que estimulan a la hembra, a diferencias de otros vertebrados.

Según Peralta (2016) la anatomía y fisiología reproductiva de las aves son notables en su complejidad y singularidad, especialmente cuando se comparan con los mamíferos. A diferencia de los mamíferos, que cuentan con un ciclo estral para coordinar la cópula y la ovulación, las aves dependen del almacenamiento de esperma en el oviducto como parte de su proceso de reproducción; esta diferencia resalta la singularidad de la reproducción aviar en el reino animal.

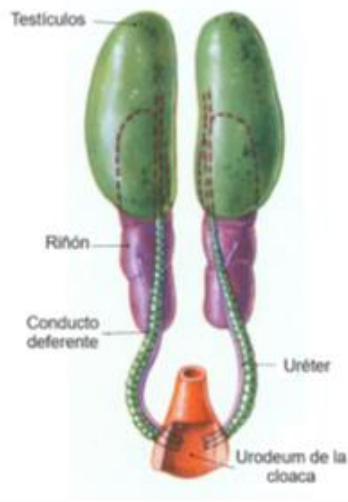
### **1.5.2. Manejo reproductivo de las aves seleccionadas**

El manejo reproductivo de las aves seleccionadas es un componente crítico en la producción avícola moderna. Este enfoque se centra en la gestión cuidadosa de las aves específicamente elegidas por sus características genéticas y reproductivas excepcionales. El objetivo es maximizar la eficiencia reproductiva y la calidad de la descendencia, lo que a su vez contribuye a la mejora de la genética y la producción avícola en general.

El Sitio Avícola, 2013:

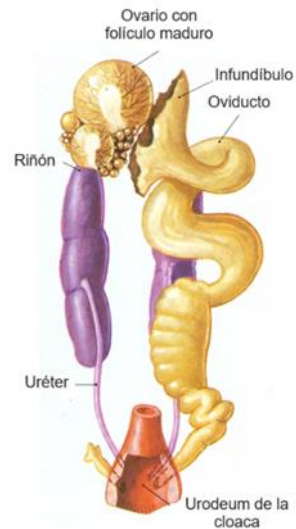
Conseguir un huevo fértil es más difícil de lo que parece. Los factores externos que pueden afectar a la producción de huevo son varios. La edad del ave, las prácticas de manejo de la parvada e ingredientes alimenticios específicos, las formulaciones y las porciones pueden afectar al oviducto, al propio huevo y a la calidad del semen.

El manejo reproductivo de las aves seleccionadas abarca una variedad de aspectos, como la alimentación adecuada para optimizar la salud y la fertilidad, la monitorización del ciclo reproductivo, la identificación de aves en estado óptimo para la reproducción y la aplicación de técnicas de inseminación artificial cuando sea necesario. Además, se presta especial atención al bienestar y el entorno de las aves seleccionadas, ya que factores como el estrés y las condiciones de vida pueden influir significativamente en su desempeño reproductivo.



**Figura 1.** Esquema del aparato reproductor masculino (gallo)

Fuente: Querol, 2017; adaptado por el autor



**Figura 2.** Esquema del aparato reproductor femenino (gallina)

### 1.5.2.1. Fisiología reproductiva del macho

El crecimiento testicular y la espermatogénesis ocurren en dos etapas del ave: prepuberal y puberal; sin embargo, la edad de cada fase depende de varios factores: el ambiente (especialmente la luz), la genética de los gallos y las diferencias entre un individuo y otro. En la madurez sexual, el peso testicular y el recuento de espermatozoides alcanzan su punto máximo, con una evolución paralela en la calidad de los gametos (la capacidad de fertilización, la motilidad y la duración de la supervivencia in vitro son mayores), esta fase corresponde a unas 20 semanas de vida del gallo (Ricaurte, 2006).

El manejo de los machos reproductores en la avicultura es una parte esencial de la producción avícola exitosa; estos machos desempeñan un papel fundamental en la fertilización de los huevos y, por lo tanto, en la calidad y la cantidad de la descendencia. Según el INIA (1987), el manejo efectivo de los machos reproductores contribuye de manera significativa a la eficiencia y el éxito en la producción avícola, por lo que se destacan las siguientes sugerencias para el manejo de los machos:

- El semen debe extraerse 2 veces por semana, aunque no se use para inseminar, con el objeto de mantenerlos entrenados.
- Retirar el alimento 3 a 4 horas antes de la obtención del semen y una hora antes el agua.
- Para mantener una fertilidad alta es indispensable una buena higiene.

- El semen no debe contaminarse con fecas, ácido úrico ni sangre.
- Limpiar de plumas la región de la cloaca.
- El semen utilizable es el que se obtiene del primer masaje del macho.
- El semen recién recolectado tiene una vida útil de 20 a 30 minutos, por lo que debe ser usado en forma inmediata.
- Donde no es necesario conocer la paternidad individual, se utiliza un "pool " de semen, lo que elimina problemas individuales entre algunos machos y hembras.
- Los reproductores deberán estar bien nutridos (no gordos) y sanos.
- Eliminar a los machos con baja calidad de semen, o que a la extracción haya una contaminación con sangre o con fecas.

→ **Sistema reproductor del macho:**

Según Ricaurte (2006), en las aves, el aparato reproductor del macho está constituido por unidades morfo funcionales entre ellas tenemos los siguientes: los testículos, epidídimo, los conductos deferentes y el órgano copulador. A continuación, detallaremos cada una de sus unidades.

- ✓ **Testículos:** Son órganos pares, situados en el interior, entre la base de los sacos aéreos compartiendo la misma temperatura al igual que la temperatura corporal del animal (41 - 43° C). Permitiendo que la espermatogénesis se produzca a esta temperatura y no a temperaturas más bajas, como en el caso de los mamíferos. Existen 13 tubos seminíferos que terminan cerca del cordón testicular, lugar en donde se encuentran con los túbulos de la red testicular, que a su vez se comunican con los conductos eferentes (Etches, 1996, Peralta y Miazzo 2002).
- ✓ **Epidídimo:** Son pequeños en comparación al de los mamíferos. Cuando los machos tienen entre 5 meses (gallos) y 8 meses (pavos), los testículos comienzan a producir volúmenes adecuados de semen. El espermatozoide tarda aproximadamente un mes en desarrollarse en diferentes etapas y, cuando está casi maduro, abandona este conducto y cae en el conducto deferente (Azolas, 1981; citado por INIA, 2018).

- ✓ **Conductos deferentes:** Donde tiene lugar la maduración de los espermatozoides, este viaja, a través de la vesícula espermática, hasta el urodeo, cada una de las dos vesículas de esperma termina en la papila eyaculadora, con la estructura del pene (Mattiello, 2009).
- ✓ **Órgano copulador:** Este abarca los pliegues linfáticos combinados de la cloaca, el falo y los cuerpos vasculares cloacales, estos últimos son cuerpos ovoides incrustados en la pared de la cloaca, que llenan las aves de linfa durante la erección, la linfa transuda hacia la cloaca, a través de pliegues linfáticos, como un líquido transparente que puede mezclarse con el semen, es en el momento de la erección, cuando los pliegues redondos de la cloaca se hinchan provocando un ligero abultamiento sobre la cloaca y formando un pequeño canal por donde se expulsa el eyaculado (Tiba *et al.*, 1993).

→ **La espermatogénesis:**

La espermatogénesis es un proceso fundamental en la reproducción masculina; este proceso se lleva a cabo en los testículos y se caracteriza por la producción de espermatozoides, las células sexuales masculinas responsables de fertilizar el óvulo femenino durante la reproducción. Su producción inicia con la transformación de las espermatogonias (células madre ubicadas en los túbulos seminíferos de los testículos) que dan lugar a espermatoцитos primarios; este complejo proceso se lleva a cabo con la colaboración de células somáticas especializadas del epitelio seminífero, conocidas como células de Sertoli, y está bajo la regulación de hormonas gonadotrópicas hipofisarias (Martínez-Moreno *et al.*, 2011).

En líneas generales, la espermatogénesis se divide en tres fases secuenciales: las divisiones espermatogoniales, la meiosis y la espermiogénesis; durante estas fases, las espermatogonias experimentan una serie de transformaciones que dan lugar a varias generaciones de espermatogonias, las cuales a su vez se convierten en espermatoцитos, luego en espermátidas y, finalmente, en espermatozoides, los gametos masculinos maduros. Sin embargo, es importante destacar que existe una diferencia crucial en la producción de espermatozoides en comparación con otros procesos reproductivos (Mattiello, 2009).

→ **El semen de las aves:**

Este es un componente vital de su sistema reproductivo y desempeña un papel fundamental en el proceso de fertilización; a diferencia de los mamíferos, el semen de las aves posee características únicas que lo hacen especialmente adaptado para su función en la reproducción de las aves, se compone de espermatozoides y un fluido seminal. Los espermatozoides son células altamente especializadas con una cola que les permite moverse en busca del óvulo y una cabeza que contiene el material genético necesario para la fertilización.

El volumen de eyaculación y la concentración de espermatozoides varían mucho según: Especie y cepa. Características individuales y fisiológicas. Las condiciones y método de recolección, siendo este último masaje abdominal, puede ser el “ordeño” de la cloaca o la interrupción de la cópula natural; en el gallo, el recuento de espermatozoides es de hasta  $2 \cdot 10^9$  espermatozoides por eyaculación (Lake, 1986).

#### **1.5.2.2. Fisiología reproductiva de la hembra**

La fisiología reproductiva de la hembra en las aves es un ejemplo destacado de adaptación evolutiva; cada aspecto de este sistema está cuidadosamente diseñado para garantizar la reproducción exitosa en un entorno aéreo y es una muestra impresionante de la diversidad y la eficiencia de la vida en la naturaleza. El proceso de ovulación en las aves está altamente sincronizado con la formación del huevo y el ciclo reproductivo; Si es que no se ha producido la fertilización, el óvulo continúa su viaje a lo largo del oviducto, donde se forman gradualmente las distintas capas de la cáscara del huevo y se agregan las reservas de nutrientes.

Al igual que en el macho, la luz juega un papel importante en el desarrollo del ave, el desarrollo ovárico y la ovogénesis se producen en el polluelo, gracias a la acción de las hormonas esteroides, que, a su vez, dependen de las hormonas hipofisarias LH y FSH, interactuando con el eje hipotalámico-pituitario-gonadal. Entre las gonadotropinas, la LH es responsable del desarrollo ovárico, de la secreción de esteroides sexuales ováricos y, sobre todo, de la ovulación (Chalana y Guraya, 1979).



El manejo reproductivo de las hembras aviares es esencial por lo que es de vital importancia prestar atención a estos aspectos clave y asegurar un cuidado adecuado, se promueve una reproducción exitosa, una población avícola saludable y una producción de huevos de alta calidad, lo que beneficia tanto a los productores como a los consumidores finales. Según el INIA (1987), la gestión adecuada de las hembras reproductoras permite maximizar la producción de huevos fértiles y saludables, por lo que para ello se sugiere:

- La primera inseminación se puede realizar cuando se alcanza un 10 % de postura, siempre que los huevos tengan el peso suficiente.
- Se recomienda realizar la inseminación cuando el mayor porcentaje de huevos ha sido puesto, es decir luego de las 15 a 16 horas.
- Cuando las aves se inseminan por primera vez es necesario reinseminar 48 a 72 horas después.
- La frecuencia óptima de inseminación es en gallinas cada 7 días y en pavas cada 14 días; el primer huevo fértil se puede recolectar posterior a las 48 h.
- Las hembras deben acostumbrarse a la inseminación y deben tratarse con suavidad, tras el proceso se dejan con cuidado en el suelo o en la jaula.
- En la captura de las hembras tener cuidado de asfixias, rotura de huevos, que vuelen mucho o darle patadas, etc., por lo que conviene utilizar jaulas.
- En la pava, si esta debe ser inseminada antes de poner su primer huevo, una membrana cubre la abertura del oviducto, esta se rompe fácilmente con la pipeta de inseminación.
- Finalmente, se sugiere eliminar las hembras fuera de postura o enfermas una vez al mes.

→ **Sistema reproductor de la hembra:**

Las aves, como grupo, presentan un sistema reproductor único y altamente eficiente que se ha adaptado para satisfacer las demandas del vuelo y la reproducción exitosa en su entorno aéreo; este consta de varios componentes clave, que incluyen los ovarios, el oviducto y la cloaca. A diferencia de los mamíferos, las aves tienen solo un ovario funcional, el izquierdo, y este ovario se encuentra en un estado inactivo en la mayoría de las especies, la maduración del óvulo se desencadena cuando la hembra está lista para reproducirse.

Está compuesto por dos partes vitales: el ovario izquierdo y el oviducto; en la formación del óvulo interviene el ovario. El oviducto es una estructura larga y enrollada que se encarga de varias funciones esenciales en la reproducción aviar, a lo largo del oviducto, se agregan las capas de la cáscara del huevo, las membranas y las reservas de nutrientes, lo que resulta en un huevo completamente formado. Según Robertson *et al.*, (2000) la ovulación es el paso del ovocito al oviducto; el proceso finaliza (en términos de huevos para incubación) con la necesaria fecundación del ovocito, que se produce dentro de la hembra (fecundación interna).

El oviducto se puede dividir en 5 partes, claramente diferenciadas entre sí, de proximal a distal, divididas en infundíbulo, magnum, istmo, útero y vagina; entre el útero y la vagina se encuentra la unión útero-vaginal, donde se almacena el esperma en el tracto de la hembra (Apperson *et al.*, 2017; citado por Giménez, 2018). A lo largo del oviducto, se agregan las capas de la cáscara del huevo, las membranas y las reservas de nutrientes, lo que resulta en un huevo completamente formado; cabe mencionar que el sistema reproductor de las aves está conectado a una cavidad llamada cloaca, que sirve como punto de salida tanto para los productos reproductivos como para los excrementos.

Los ovarios de las aves, al igual que los ovarios de los mamíferos, secretan 3 tipos principales de esteroides sexuales: estrógenos, andrógenos y progesterona, la secreción es cíclica, como durante el desarrollo de la ovulación, pero siempre se mantienen los niveles basales, por otro lado, los esteroides desempeñan un papel importante en un efecto de retroalimentación negativa sobre la liberación de LH. Los estrógenos son producidos por las células intersticiales de las tecas foliculares y la síntesis de estas hormonas se pierde en el folículo que precede a la ovulación, el papel de los estrógenos es importante porque probablemente estén involucrados en la producción de huevos (Valladares, 2020).

- ✓ **Ovario:** Está situado en la parte superior de la cavidad abdominal, debajo de la arteria aorta y de la vena cava posterior; se apoya sobre el riñón, el pulmón, y por la parte interior, sobre el saco aéreo abdominal izquierdo, la gónada adulta muestra el aspecto de un racimo de uvas, debido a la presencia de 7 a 10 folículos portadores de yemas que se encuentran en fase de crecimiento acelerado. Junto a ellos se encuentran folículos más pequeños y folículos vacíos, que degeneran rápidamente (Vega, 2020).

- ✓ **Oviducto:** Se presenta como un tubo de color rosa pálido, que se extiende desde la región del ovario a la cloaca; este órgano puede ser dividido en 5 partes, netamente diferentes una de otra, desde proximal a distal (Olivera, 2014).
- ✓ **Infundíbulo:** Tiene forma de embudo, presenta repliegues en su mucosa interna y es el encargado de captar la yema de huevo; en esta porción del oviducto se empieza a secretarse una porción del albumen (Instituto de estudios del huevo, 2023).

→ **Anatomía del ovario:**

El ovario de las aves, a menudo denominado "ovario izquierdo", es el único ovario funcional en la mayoría de las especies; se encuentra ubicado en el lado izquierdo del abdomen, cerca de la cavidad celómica. El ovario consta de una serie de estructuras especializadas que desempeñan papeles cruciales en la producción de óvulos, la formación de huevos y la regulación del ciclo reproductivo, en su núcleo, el ovario de las aves contiene numerosos folículos ováricos en diferentes etapas de desarrollo.

El ovario de las aves se encuentra en el interior de la cavidad abdominal (celómica) e insertado en el retro peritoneo mediante el ligamento meso ovárico (hilus) a la altura del polo craneal del riñón; está recubierto por un mesotelio superficial en monocapa adaptado al rápido crecimiento y regresión que caracteriza esta estructura a la que rodea. A través del hilus, penetran en el ovario los vasos sanguíneos arteriales y venosos y las fibras nerviosas (Apperson *et al.*, 2017; citado por Giménez, 2018).

En especies de aves que se reproducen estacionalmente, los folículos ováricos experimentan un desarrollo masivo durante la temporada reproductiva, para luego experimentar un proceso de atresia y reabsorción al finalizar la puesta; durante el ciclo reproductivo, el peso del ovario puede llegar a ser hasta cien veces mayor que el peso del ovario en estado no reproductivo (Chalana y Guraya, 1979). Esta variación en el tamaño del ovario refleja la dinámica del proceso reproductivo en las aves y su capacidad para adaptarse a las demandas de la reproducción.

### **1.5.3. Técnicas de Inseminación Artificial.**

Se denominan de esta manera a las herramientas aplicadas para la reproducción, mejora genética y la conservación de especies avícolas; estas prácticas requieren precisión y cuidado para garantizar resultados exitosos; estas técnicas incluyen la Inseminación Artificial y la preservación del semen, ya sea mediante refrigeración o congelación. El primer paso es recolectar y procesar el semen del macho reproductor y luego la selección de las hembras reproductoras de alta calidad.

En la actualidad, el uso de nuevas tecnologías de reproducción asistida, como la fertilización in vitro (FIV), ha revolucionado el manejo de los problemas reproductivos en avicultura; sin embargo, la calidad del semen se ha convertido en un gran desafío. Esto se debe a que otras técnicas de reproducción asistida, como la FIV, requieren semen de alta calidad para lograr los mejores resultados. Según Vandevort (2004) gracias a mejoras en la técnica de congelación del semen, es posible aumentar la eficiencia de estas prácticas reproductivas.

Bagnarello, (2015) señala que, tanto en la industria avícola como en la cría, el uso de técnicas reproductivas tiene la ventaja de mantener y criar líneas puras de reproductores primarios, entre los procesos de reproducción asistida conocidos en aves incluyen: recolección de semillas, almacenamiento de semen, inseminación artificial e incubación. Asimismo, el uso de fertilización in vitro (FIV), utilizando semen fresco, diluido o crio preservado y la fertilización in vitro de ovocitos son herramientas técnicas que permiten trabajar a nivel de biotecnología reproductiva.

Este tipo de técnica es reconocida como FIV aviar, es una técnica de reproducción asistida que ha revolucionado la industria avícola al ofrecer un control preciso sobre la fertilización de los huevos, a través de este proceso, los óvulos son recolectados y fertilizados fuera del cuerpo de la hembra, lo que permite una selección meticulosa de los machos reproductores y una optimización de la calidad genética de las crías. Así, Giménez, (2018) sostiene que la fertilización in vitro, al agregar nuevos espermatozoides a la vesícula germinal se produce fertilización y desarrollo embrionario en pollos y codornices.

### 1.5.3.1. Equipamiento y herramientas utilizadas en la Inseminación Artificial

El semen utilizado en este procedimiento puede ser convencional o sexado (es decir, con espermatozoides de cromosomas preseleccionados), el semen diluido se encuentra dentro de una pajuela la cual, a su vez, se congela y se almacena en un tanque de nitrógeno líquido, para aplicar el semen en el aparato reproductor de la hembra, será necesario utilizar un aplicador específico (Universo de la Salud Animal. 2022).

Tabla 1 Cuadro comparativo de los materiales usados durante todo el procedimiento de inseminación

Aves	Bovinos
Guantes desechables	Guantes desechables
Un botecito de cristal de 2 cm de diámetro por 2 cm de altura aproximadamente.	Tanque de nitrógeno para almacenamiento del semen
Una copa de ojo de vidrio	Pajuela con semen (conservada en el tanque)
Jeringuillas de insulina sin la aguja y un potro de madera	Pinza
Gotero y un termómetro	Recipiente de poliestireno con agua entre 35°C y 37°C para descongelamiento automático que mantiene constantemente la temperatura ideal
Toallas de papel	Toallas de papel
Tijeras	Tijeras
Pistola de inseminación	Vaina para inseminación artificial desechable
Jeringuilla y botecito para inseminación	Aplicador 0,25/0,5 universal (sirve tanto para pajuelas medianas como delgadas)
Guantes desechables	Guante desechable que cubren aproximadamente hasta el hombro
	Paño y alcohol al 70 % (limpieza de materiales)

Fuente: Universo salud animal (2018), Francesch (1994), González (2018); adaptado por el autor



Fuente: NANA - Equipo de IA dosis ajustable, jeringa eyaculadora con tubos de repuesto para aves de corral

Figura 3. Herramienta de Inseminación Artificial para gallinas

#### 1.5.4. Procedimientos para la recolección de semen.

La recolección de semen es una práctica esencial para la preservación genética, la mejora de la producción y la reproducción controlada de aves; este procedimiento reviste una importancia fundamental en la industria avícola, ya que el semen de calidad es esencial para garantizar la fertilidad y la viabilidad de las aves en la cría y producción avícola.

Uno de los métodos utilizados para llevar a cabo la recolección de semen implica la aplicación de masajes o el uso de una vagina artificial, con el enfoque predominante en granjas de pollos, pavos y pintadas, excluyendo generalmente a las aves palmípedas. En este contexto, existen dos técnicas comúnmente empleadas para llevar a cabo este proceso de recolección de semen:

- Apretar suavemente la parte posterior de la cloaca.
- Comprimir las vesículas de espermatozoides.

Con el primer método, el líquido espermático fluye lentamente y puede quedar más o menos contaminado por diversos materiales en la cloaca por orina y heces, este problema se puede prevenir haciendo ayunar a los gallos (4 a 12 horas), pero sin dejar agua como máximo por 6 horas y el líquido espermático obtenido en estas condiciones debe usarse inmediatamente su recolección (Giavarini, 1992). Según Azolas (1981; citado por INIA, 2018) en este segundo método, el líquido espermático se expulsa violentamente, no corre el riesgo de contaminarse y, por lo tanto, se puede emplear técnicas para el almacenamiento; como la congelación.

Por otra parte, existen otras técnicas como la **electroestimulación** y el uso de la **vagina artificial**; cada una de estas estrategias requiere manipular delicadamente al reproductor y para ello se coloca de manera fija al macho con la ayuda de una persona que pueda colaborar con la recolección del semen. Según González (2019b) la colocación del macho se debe realizar sujetándole de las patas con una mano y con la otra las alas, obteniendo con esto la inmovilización; mientras que con la vagina artificial se utiliza cuando convergen los campos de palmípedos con abundante líquido espermático, aunque es difícil aplicación, ya que rara vez se utiliza en las aves (Gonzales, 2018).

#### **1.5.4.1. Selección de reproductores**

Selección es escoger lo mejor entre todo lo bueno, naturalmente todo avicultor que dirija o explote una granja, tiene que hacer selección, y llegar a la conclusión de que todas o por lo menos la mayor parte de las aves son hijas de las reproductoras que previamente han sido seleccionadas y fijando en sus descendientes los caracteres externos e internos que se han estimado como dignos de conservación y perpetuación, y eliminando aquellos otros que constituían taras, bien en el aspecto fisiológico, patológico, etc. (Smart, 2018; citado por Villalon, 2018)

#### **1.5.4.2. Preparación de las aves**

La preparación adecuada de las aves para la Inseminación Artificial es de gran relevancia en el proceso de reproducción controlada, esta fase asegura que las aves estén en las condiciones óptimas para el procedimiento, maximizando así la tasa de fertilidad y el éxito reproductivo. Según Francesch (1994) el gallo debe quedarse solo en la jaula, para su manipulación una persona puede recolectar el semen; sin embargo, lo más común es que dos personas realicen el procedimiento, un hombre coloca macho sobre una mesa o estante y sus pies deben separarse de la mesa y su mano derecha debe sujetar al macho sin apretar.

Con la mano izquierda deberá sostener el pequeño vial donde se recogerá la semilla, la persona que retire la semilla estará a la derecha del manejador de gallos, colocara su mano derecha en la parte posterior del gallo y tu mano izquierda en el abdomen, debajo de la cloaca, los pulgares y los dedos medios de la mano derecha, que cubrirán los dedos izquierdo y derecho del dorso, deben comenzar a hacer cosquillas en el punto donde cada ala se une al cuerpo ventral (Gonzales, 2018).

Esto hace que el gallo levante la cola y exponga su cloaca, en este punto, ambos dedos, uniendo la espalda, se deslizarán suavemente hasta el comienzo de la cola y se colocarán aproximadamente 0,5 cm delante de la abertura de la cloaca, una vez colocados, presionar hacia adelante y hacia atrás, con algo de fuerza si es necesario, esto conducirá a la erección y exteriorización del órgano copulador, lo que se notará por la aparición de un órgano de color rojo intenso que sobresale del orificio de la cloaca. Al mismo tiempo, se aplicará una ligera presión en el abdomen con la mano izquierda (Azolas, 1981; citado por INIA, 2018).



**Figura 4.** Gallo en el potro de extracción de semen



**Figura 5.** Extracción de semen

*Fuente: Francesch, 1994; Adaptado por el autor*

Una vez que se produce la exteriorización y la erección, se deben aplicar presiones sucesivas en ambos lados de la cloaca, es decir, se debe de realizar presión en las vesículas seminales para ver el semen saliendo como un líquido lechoso, uno de las personas que están colaborando en el procedimiento recogerá el producto en un botecito; finalmente se sugiere presionar a ambos lados de la cloaca hasta que deje de fluir (Gonzales, 2018).

El procedimiento implica que otra persona saque el ave de la jaula, el inseminador agarra las patas del pollo con su mano derecha, asegurando que estén apuntando hacia abajo; con la mano izquierda, se levanta la cola tirando de ella hacia el inseminador para exponer la cloaca, que es un órgano rojo circular con el orificio en el centro. El operario se ubica en el lado derecho del manipulador del ave y hace presión con la mano izquierda para que el agujero de la vagina sea visible; una vez que la vagina esté expuesta, se introduce la jeringuilla hasta una profundidad de aproximadamente dos o tres centímetros (Francesch, 1994).



**Figura 6.** Exteriorización del orificio de la vagina en una gallina



**Figura 7.** Inoculación del semen en la gallina

*Fuente: Francesch, 1994; Adaptado por el autor*



Se ha comprobado que el éxito de las inseminaciones está relacionado con el estado del ciclo de la hembra en el momento de la implantación del espermatozoide, la presencia o ausencia de un óvulo, la presencia de secreciones, etc., influyen en el transporte y almacenamiento de los espermatozoides; sin embargo, el momento de la inseminación puede quedar enmascarado si se utilizan altas dosis de espermatozoide, lo que dificulta establecer la dosis de inseminación (Tene, 2014). Según Villalon (2018) se recomienda inseminar a las gallinas 8 horas después de encender las luces, mientras que en pavos y pintadas se lo debe de realizar al empezar el periodo de luz o un poco antes.

Vargas *et al.*, 2020:

Si recurrimos al procedimiento actualmente de moda: la inseminación artificial, consideremos el número de aves que pueden ser inseminadas con el espermatozoide de un gallo seleccionado, dado que éste actúa como una relación sexual natural, de modo que cada eyaculación fecunda óvulos durante 15 días.

#### **1.5.4.3. Valoración seminal**

El proceso de valoración seminal implica una serie de pasos clave, que incluyen la recolección de semen, la evaluación de la concentración de espermatozoides, la movilidad, la morfología y la viabilidad de los espermatozoides; estos parámetros se utilizan para determinar la calidad del semen y la fertilidad prevista. Además, la valoración seminal puede revelar problemas de salud en los machos reproductores, como infecciones o enfermedades que podrían afectar negativamente la reproducción.

Cajo y Ulcuango, (2020) señalan que la fertilidad depende de las propiedades del semen (calidad y cantidad), libido, frecuencia y efectividad de las cópulas y características físicas que garanticen la transmisión de la genética, sobre la fecundidad de un lote, tanto machos como hembras tienen responsabilidad; sin embargo, es claro que en la industria avícola, la valoración seminal desempeña un papel crítico en la selección de machos reproductores de alto rendimiento, en la mejora de la calidad genética y en el desarrollo de programas de reproducción selectiva.

Tabla 2 Cuadro comparativo de la valoración seminal

Ave	Volumen seminal promedio	Aspecto del semen
Gallo	0.1 a 0.3 ml	Cre moso
Pavo	0,084 ml	Translúcido y acuoso
Codorniz	0, 13 y 25 mg/kg	Espumoso
Faisán	17.6 ± 2.2 pl.	Espeso

Fuente: Soler (2014), Jimnez (2013), Poblete (2019) y Valverde (2015) ; Adaptado por el autor

- **Volumen y concentración seminal:** En la determinación de las tasas de dilución adecuadas se basa en el volumen seminal y la concentración espermática, por lo cual la concentración de espermatozoides es un factor crucial, ya que nos permite evaluar si el volumen del eyaculado se dispersará eficazmente entre las secreciones del oviducto, por lo cual es importante considerar tanto la cantidad total de semen como su densidad espermática al determinar cómo se comportará en el oviducto. (Vargas *et al.*, 2020).
  
- **Movilidad y morfología espermática normal:** Para evaluar la calidad de los espermatozoides estos parámetros se consideran relevantes, donde la movilidad se refiere a la capacidad de los espermatozoides para moverse en línea recta y de manera progresiva, mientras que la morfología se relaciona a la normalidad de los espermatozoides (cabeza alargada sin defectos). Juárez *et al.*, (2018; citado por Cajo & Ulcuango, 2020) indican que estos aspectos son esenciales para determinar la calidad de los espermatozoides y su capacidad para fertilizar con éxito.
  
- **Conservación seminal:** Es importante destacar que los diferentes tipos de aves pueden producir semen en diferentes épocas del año, aunque algunos pueden coincidir en la época de calor por la iluminación que es adecuada; Lake (1986) destaca que la conservación de semen en *in vitro* puede preservarse bien hasta con un 5 C°.

### **1.5.5. Los problemas y cuidados de la Inseminación Artificial en aves**

Hay que tomar en cuenta diversos factores que están relacionados con los problemas en la IA aviar, en donde se pueden destacar que la mala calidad o falta del semen, el tipo de técnica o el mal uso de la Inseminación Artificial suele provocar problemas reproductivos y económicos al productor. El Sitio Avícola, (2012) resalta que es primordial conocer estos factores en detalle para estimar o cuantificar las pérdidas que se pueden generar dentro de la industria avícola.

#### **1.5.5.1. Mala calidad del semen o falta de semen**

Si la caída de la fertilidad ocurre se debe considerar si hay carencias o toxicidad nutricional, si la caída esta confinada a una granja, se sugiere verificar el programa de iluminación (intensidad de la luz), ya que si hay luces fundidas en una sección de la granja esto puede afectar únicamente a los machos que están en esa área, se debe revisar a los machos para detectar pérdida de peso corporal asegurando que se pesen los machos adecuados, la pérdida de peso se podría deber a problemas en la calidad nutricional o a alteraciones de la salud (Hall & Bauman, 2012.).

La mala calidad del semen puede manifestarse en varias formas, como una baja movilidad de los espermatozoides, una morfología anormal o una baja concentración de espermatozoides esto puede ser contraproducente en la IA, todo esto puede afectar el éxito reproductivo en la industria avícola, además, es esencial garantizar que se sigan prácticas adecuadas de manejo y recolección de semen para maximizar la calidad y cantidad del semen disponible para la inseminación artificial (Ricaurte, 2006).

#### **1.5.5.2. Técnica de Inseminación Artificial inapropiada**

El proceso de IA aviar en aves es un procedimiento integral con múltiples factores para el éxito reproductivo en la avicultura, se debe garantizar que los recolectores eviten la contaminación del semen con uratos y heces fecales, por lo tanto la pureza y viabilidad del semen son factores determinantes para el éxito de la IA en aves; además, por lo tanto se realiza comúnmente mediante una jeringa graduada, y la profundidad adecuada de inserción es crucial para prevenir daños en el oviducto de las aves.

### **1.5.5.3. Ventajas y desventajas de la Inseminación Artificial**

La Inseminación Artificial es una herramienta valiosa que ha transformado la manera en que se abordan los desafíos de reproducción en aves de granja, en lo cual se destacan diversas ventajas que han impulsado su experimentación y desventajas como sus altos costos; por lo cual, se la considera como una solución válida que permitirá resolver el desequilibrio en la producción a nivel comercial, facilitando la selección y el avance genético, de los reproductores (Andy Campoverde, 2022).

Según Direlivkomsa (2017) entre las ventajas se destaca la viabilidad de trabajar con especies que presenta un marcado dimorfismo sexual, contribuye a resolver el desequilibrio entre machos y hembras, ya que los machos tienen menos probabilidades de aparearse de forma natural; además, permite la reproducción en animales con una mayor presión selectiva y avance genético, resultando en aves de mejor rendimiento y características superiores, por otra parte, de destaca entre las ventajas de su aplicación lo siguiente:

- ✓ Alto valor genético.
- ✓ Altos niveles de fertilidad
- ✓ Mayor capacidad para incubar huevos
- ✓ Aumentar el peso del huevo
- ✓ Aumento de peso en las aves de engorde

La IA en aves ha demostrado ser una técnica de reproducción valiosa, pero es importante destacar que su adopción está limitada en algunos países como el Ecuador; esto plantea una serie de desafíos y desventajas particulares para los productores que consideran su implementación. Al explorar estas desventajas específicas, se revelan factores críticos que incluyen el manejo inadecuado de las hembras, el riesgo de contaminación del semen durante su extracción y otras complicaciones. Hall & Bauman, (2012) señalan que entre las desventajas estas:

- ✓ El costo de la mano de obra es mayor.
- ✓ La inversión en producción (jaulas – equipos) es alta.
- ✓ Mayor incidencia de lesiones en reproductoras (enjauladas).
- ✓ El macho no puede ser evaluado en procesos de selección genética.

#### **1.5.5.4. Factores que afectan la eficacia de la Inseminación Artificial.**

Entre los factores clave que afectan la eficacia de la Inseminación Artificial se incluyen la calidad del semen, el momento de la inseminación, la experiencia y habilidad del inseminador, la salud de los reproductores y el manejo adecuado de los procesos de recolección, dilución y aplicación del semen, además, las condiciones ambientales, como la temperatura y la humedad, también pueden desempeñar un papel crucial en el éxito de la Inseminación Artificial.

Arias (2006) indica que son varios los factores que pueden afectar la fertilidad del útero inseminado, todo lo relacionado con un mayor estrés en el animal tiene un efecto negativo sobre la fertilidad, esto se debe a un aumento en la liberación de cortisol, que a su vez tiene un efecto inhibitorio sobre la liberación de la hormona luteinizante, requerida fundamentalmente para la ovulación. Cabe resaltar que, la comprensión y control de estos factores son esenciales para garantizar una alta tasa de fertilidad y una reproducción exitosa, lo que a su vez contribuye a la producción eficiente de aves de calidad.

Es importante destacar que los problemas de salud pueden dar lugar a resultados desfavorables en términos de concepción y posibles pérdidas embrionarias, especialmente en situaciones en las que las infecciones virales pueden propagarse con mayor facilidad debido a la concentración de animales en la zona de manipulación durante las labores necesarias. Por lo tanto, resulta fundamental contar con un programa de vacunación eficaz antes de iniciar la temporada reproductiva (Martínez, 1939).

#### **1.5.6. Aplicaciones de la biotecnología reproductiva**

Ugalde (2014) indica que la biotecnología en la reproducción abarca una variedad de técnicas, desde la inseminación hasta la clonación, diseñadas para mejorar la eficiencia reproductiva de los animales, por lo tanto, para difundir las cualidades superiores de un macho en un número considerable de hembras el uso de la Inseminación Artificial es clave, para ello se considera que primero se debe proceder al proceso de recolección, refrigeración del semen y se envía a las localidades o sector en donde se procederá a la inoculación de la hembra.

A pesar de las posibles desventajas asociadas con la inseminación artificial, se ha demostrado ampliamente que esta técnica conduce a un mejor rendimiento en términos de producción a largo plazo, por lo cual este método ganando aceptación gradualmente en la industria avícola, Robay (2015; citado por Hernández *et al.*, 2017) resalta que, se debe de promover a más de las nuevas tecnologías, factores de efectividad previo a su aplicación:

- Eliminación y disminución de enfermedades sexuales.
- Uso intensivo de un macho de alto valor genético.
- Aumento de la eficiencia de la estimación del valor genético.

#### **1.5.6.1. Contribución de la Inseminación Artificial en la conservación de especies en peligro**

En situaciones en las que las poblaciones de aves amenazadas son pequeñas y fragmentadas, la Inseminación Artificial puede ayudar a aumentar la diversidad genética y a evitar la consanguinidad, factores que son críticos para la supervivencia a largo plazo de estas especies; al recopilar y preservar el material genético de aves en riesgo a través de la IA, se pueden establecer programas de cría en cautiverio con el fin de repoblar poblaciones silvestres o incluso reintroducir aves en su hábitat natural (Perezgrovas y Sedano, 2019).

Además, la Inseminación Artificial permite el seguimiento y la gestión cuidadosa de las poblaciones de aves en peligro, lo que resulta esencial para su protección y conservación. Según Roldan-Schuth (2009), los estudios comparativos sugieren que los riesgos de extinción no son aleatorios, sino que siguen patrones geográficos y filogenéticos, lo que subraya la importancia de abordar la conservación de especies avícolas de manera estratégica y basada en evidencia científica.

Con 8 centímetros de largo y 3 gramos de peso, el colibrí de Arica es el ave más pequeña de todo Chile, esta ave se encuentra en grave peligro de extinción y se estima que actualmente quedan cerca de 250 ejemplares en bosques, selvas y jardines de Chile, la mayor amenaza para todas las aves son los humanos como se sabe la actividad humana limita a muchas poblaciones de aves y, en ocasiones, conduce a su extinción (Álvarez-Bernard, 2021). Algunos de los factores que ponen a las poblaciones de aves más vulnerables y amenazadas son (McCarthy, 2013):

- *Caza furtiva, comercio ilegal:* estas son algunas de las principales razones por las que muchas especies de aves se encuentran en peligro de extinción debido al daño humano a las especies.
- *Pérdida de hábitat natural:* Esto resulta en una mayor competencia entre especies y una disminución de las áreas de alimentación y anidación.
- *Contaminación y cambio climático:* La contaminación resulta perjudicial para las aves; entre ellas contaminación lumínica que interfieren en el ciclo de sueño y alimentación de las aves. Además, el cambio climático genera aumento de temperatura e inundaciones.

Es indiscutible que la preservación de la diversidad biológica se basa en la protección del hábitat natural, pero debemos reconocer que no todos los declives poblacionales se deben únicamente a la degradación del entorno. Por lo tanto, la conservación in situ, que se enfoca en la protección del hábitat, debe ser complementada por esfuerzos adicionales en la conservación ex situ; esta última estrategia implica la implementación de programas de cría en cautiverio y la creación de bancos de recursos genéticos para preservar biomateriales antes de que la diversidad biológica se vea comprometida (Roldan-Schuth, 2009).

Mattiello (2009) destaca que es preciso entender estos dos enfoques complementarios; al combinar esfuerzos en ambas áreas, se puede fortalecer nuestra contribución a la conservación y aumentar las probabilidades de éxito en la protección de especies en peligro de extinción. La Inseminación Artificial desempeña un papel fundamental en la preservación de especies avícolas en riesgo de extinción, apoyando así los esfuerzos de conservación a nivel mundial.

#### **1.5.6.2. Aspectos éticos y de bienestar aviar**

Implementar un enfoque ético para el bienestar animal es una forma de promover el cambio hacia un cuidado animal racional, en otras palabras, implica un cambio cognitivo y emocional en cómo tratamos a nuestros animales, comprenda sus necesidades físicas y emocionales. Cassola (2019) señala que no se trata de conversaciones estériles sobre el bienestar animal, sino de un tema mayor: el sufrimiento animal, por tanto, como seres pensantes debemos de enfatizar más en la capacidad que tienen todos los animales para sentir dolor.

El bienestar animal es un aspecto crucial en la Inseminación Artificial aviar, ya que este proceso puede influir en el nivel de comodidad y salud de las aves reproductoras; esta técnica cuando se realiza de manera ética y respetuosa, puede ser una herramienta valiosa para la mejora genética y la producción; sin embargo, el bienestar de las aves durante este procedimiento es de suma importancia, ya que el estrés o la incomodidad pueden afectar negativamente la salud de los reproductores (Ramírez-Iglesias *et al.*, 2015).

Esta consideración del bienestar animal contribuye a una mayor eficiencia en la reproducción y una producción avícola más sostenible en el largo plazo; otro tema importante es la conservación del semen por congelación, que está bastante bien establecido en otras disciplinas, pero que se considera muy complicado poner en práctica en aves pequeñas. Azolas, (1981; citado por INIA, 2018) indica que tomar el semen de un macho e insertarlo en el oviducto de una hembra es una técnica curiosa a implementar en cualquier aviario.

### **1.5.6.3. Problemas relacionados con la calidad del semen y su manejo.**

La fertilidad está condicionada por diversos factores que inciden en el estado reproductivo tanto de los machos como de las hembras; según Juárez *et al.*, (2018), en el caso de los gallos, la calidad del semen, su vitalidad y su capacidad de apareamiento son elementos fundamentales para garantizar la fertilidad. Es importante tener en cuenta que esta fertilidad comienza a disminuir después de las 40 semanas, lo que se manifiesta en una disminución del interés por el apareamiento y es bien importante reconocer que las hembras requieren apareamiento frecuente para mantener la fertilidad.

Wilson (2015; citado por Cajo & Ulcuango, 2020) indica que los problemas más significativos vinculados a la calidad seminal se relacionan con la desnutrición y el peso corporal en las aves, ya que estos factores son cruciales para gestionar su fertilidad; la pérdida de peso corporal en los gallos, o una disminución en su masa corporal, puede resultar en una recuperación más lenta de los testículos. Además, esta pérdida de peso corporal, junto con niveles bajos de testosterona, está asociada tanto con la producción de semen como con el comportamiento de apareamiento.



#### **1.5.6.4. Riesgos de consanguinidad y pérdida de diversidad genética.**

La consanguinidad no es un problema sólo en las poblaciones cautivas, ya que la endogamia es una preocupación que se encuentra en las poblaciones naturales (Keller & Waller, 2002; citado por Gomendio *et al.*, 2006); durante mucho tiempo se negó que la consanguinidad fuera un fenómeno relevante en las poblaciones naturales. falta de evidencia, uno de los problemas radica en la dificultad de construir genealogías en poblaciones naturales para estimar la consanguinidad.

Se cree que la depresión endogámica o consanguinidad puede detectarse correlacionando la heterocigosidad con marcadores moleculares medidos por rasgos asociados con la aptitud biológica. Acevedo-Whitehouse *et al.*, (2003) mencionan que en poblaciones naturales de diversas especies se ha evidenciado asociaciones entre los niveles de heterocigosidad medidos por marcadores moleculares y diversos componentes de la eficiencia biológica, como el peso al nacer y la supervivencia neonatal.

#### **1.5.7. Uso de Inseminación Artificial en la producción avícola**

*Yanangómez*, (2023) evaluó tres dosis seminales diluidas para IA en aves de riña en un criadero de gallos finos; en la evaluación seminal, se encontró un volumen promedio de eyaculado de 0,50 mL. En cuanto a los resultados de la IA se obtuvieron 57 huevos, de los cuales T1 tuvo 16 huevos fértiles, T2: 11 y T3: 03, con un porcentaje de fertilidad de  $59,26 \pm 3,70$  %, no mostrando diferencias significativas en el porcentaje de incubabilidad.

*Adejumoke & Olubisi*, (2019) investigaron la respuesta de pavas criollas al reservorio oviductal de espermatozoides, considerando la duración del periodo fértil y la cantidad de semen no diluido utilizado; para llevar a cabo el estudio, recolectaron semen de siete pavos, y se inseminó sin diluir en grupos de pavas con diferentes dosis. Las inseminaciones y las montas se llevaron a cabo una vez al día, luego de dos días, se recolectaron los huevos y se incubaron semanalmente durante diez semanas; al finalizar el estudio se pudo evidenciar que los grupos con inseminaciones tenían tasas de fertilidad significativamente más altas durante las primeras tres semanas del reservorio oviductal en comparación con el grupo de monta natural.

En un estudio presentado por *De Sousa et al., (2014)* se revelaron estudios prometedores en el uso de la IA en Gallinas Guinea (*Numida Meleagris*); en esta investigación se comparó la eficiencia de un diluyente francés y uno alternativo (agua de coco “in natura” y liofilizada) en IA de 104 hembras. Los huevos se los recolectó posterior a la tercera del experimento por un periodo de cinco semanas consecutivas, recolectándose un promedio de 1583 huevos, al finalizar el estudio no se evidenciaron diferencias estadísticas en el porcentaje de fertilidad (88,03 %).

## **1.6. Hipótesis**

H<sub>0</sub>: La Inseminación Artificial como técnica de reproducción asistida no favorece a la mejora genética de las especies destinadas a la alimentación humana.

H<sub>1</sub>: El uso de técnicas en reproducción asistida como la Inseminación Artificial favorece a la mejora genética de las especies destinadas a la alimentación humana.

## **1.7. Metodología de la investigación**

El presente análisis bibliográfico se llevó a cabo utilizando una metodología de investigación inductiva – deductiva; se centró en la revisión de literatura, lo que permitió el análisis y la síntesis de información procedente de diversas fuentes académicas y científicas relacionadas con el tema de inseminación artificial en la producción avícola. Para ello, se recopiló información de múltiples autores que compartían el mismo enfoque, consultando páginas web, libros y artículos científicos relevantes.

La información obtenida fue sometida a un análisis y síntesis exhaustivos, se extrajeron datos pertinentes, resultados, conclusiones y tendencias identificadas en los estudios revisados; esta metodología de investigación permitió abordar de manera integral el tema de la inseminación artificial en aves, proporcionando una visión completa y fundamentada en la literatura científica disponible.

## **CAPÍTULO II. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.1. Desarrollo del caso**

La presente investigación se centra en la inseminación artificial en aves desde una perspectiva biotecnológica; la aplicación de la Inseminación Artificial en aves abarca una serie de procesos fundamentales, que incluyen la recolección, dilución, conservación y transporte del semen, así como la inseminación de las aves y su manejo. Estos aspectos son esenciales para garantizar el éxito de la inseminación artificial en la producción avícola.

Además, la efectividad de la Inseminación Artificial está relacionada a los avances biotecnológicos y su aplicación en el campo avícola; la introducción de tecnologías innovadoras ha revolucionado la forma en que se aborda la reproducción de aves, lo que permite mejorar significativamente la eficiencia reproductiva de varias especies de interés pecuario y ambiental. La combinación de conocimientos científicos y avances tecnológicos ha transformado la industria avícola, abriendo nuevas posibilidades para la producción y conservación de especies.

### **2.2. Situaciones detectadas (hallazgos)**

En el desarrollo de este estudio se analizó los desafíos relacionados con la Inseminación Artificial aviar y a través de los argumentos presentados se dio a conocer los avances tecnológicos concernientes a la reproducción asistida en la conservación de especies y en las de interés pecuario. Sin embargo, a pesar de las posibles desventajas, esta técnica ha demostrado su eficacia en la mejora de los niveles de producción avícola; no obstante, en estudios se hacen énfasis en varios factores que requieren ser tomados en consideración para contribuir al desarrollo de esta técnica.

Además, cuando una granja se enfrenta a una disminución en la fertilidad de los reproductores, es esencial considerar si existen deficiencias nutricionales o toxicidades que puedan estar afectando a las aves; en el caso de que la disminución de la fertilidad se limite a una granja específica, se requiere una revisión exhaustiva de los machos para identificar cualquier pérdida de peso corporal. Esto asegura que los machos apropiados se mantengan en buen estado, evitando pérdidas de peso no deseadas, lo que puede estar relacionado con problemas nutricionales o cuestiones de salud subyacentes.

Yanangómez, (2023) evaluó tres dosis seminales diluidas para inseminación artificial en aves de riña en un criadero de gallos finos; en la evaluación seminal, se encontró un volumen promedio de eyaculado de 0,50 mL. En cuanto a los resultados de la IA se obtuvieron 57 huevos, de los cuales T1 tuvo 16 huevos fértiles, T2: 11 y T3: 03, con un porcentaje de fertilidad de  $59,26 \pm 3,70$  %, no mostrando diferencias significativas en el porcentaje de incubabilidad.

Es preciso destacar que la Inseminación Artificial aviar ha demostrado ser una herramienta eficaz para mejorar la eficiencia reproductiva en los actuales sistemas de producción avícolas; esto se traduce en un mejor rendimiento económico para los productores, y en una mayor probabilidad de fertilización. Existen numerosos estudios que destacan un aumento significativo en la tasa de reproducción, de igual manera es claro que esta técnica se ha convertido en una estrategia clave en la bioseguridad avícola.

### **2.3. Soluciones planteadas**

Al facilitar la reproducción de aves de razas o en peligro, se contribuye a la preservación de la diversidad genética, un aspecto importante de la conservación de la biodiversidad, por lo que entre las soluciones que se plantean se destacan las siguientes:

- ✓ Garantizar el buen manejo nutricional de los reproductores que serán seleccionados para el entrenamiento de extracción y aplicación de semen, buscando siempre cumplir con las normas éticas y de bienestar durante el uso o aplicación de la técnica reproductiva.
- ✓ Desarrollar investigaciones que contribuyan a preservar la genética de animales con potencial productivo o en peligro de extinción, fomentando así la sostenibilidad de la fauna nativa de nuestra biodiversidad e incrementado el potencial de los recursos pecuarios.
- ✓ Implementar métodos de reproducción asistida en aves de interés zootécnico, permitiendo que se beneficie la población a través de aumento de proteína relacionada a la carne de ave, contribuyendo así a la rentabilidad económica de los productores avícolas.

## **2.4. Conclusiones**

La avicultura moderna destaca las ventajas y desafíos de aplicar nuevas técnicas a nivel reproductivo, incluyendo aspectos éticos y de bienestar, donde es preciso abordar los problemas al momento de seleccionar a los machos reproductores, la calidad espermática y diversidad genética, permitiendo con su aplicación asegurar la salud y viabilidad de las poblaciones avícolas, sea a mediano o largo plazo, según la especie en la que se desea emplear.

Es preciso resaltar que la IA aviar es una herramienta valiosa que se ha venido aplicando hace varios años y que debe de ser retomada en las investigaciones de la industria avícola, ya que ayuda a la conservación genética, pero requiere una gestión cuidadosa de dilemas éticos y bienestar para un uso responsable. Aunque es claro que esta técnica ha evidenciado una notable evolución, considerándose que, desde sus inicios, cuando el fisiólogo Ivanov aplicó esta técnica en diferentes especies avícolas (aves de consumo y especies exóticas o en peligro de extinción).

Para mantener un alto porcentaje de fertilidad se deben considerar factores como la desnutrición y el peso corporal que influyen directamente en el volumen y calidad seminal, por lo tanto, para asegurar el éxito reproductivo y mantener una buena genética a favor de la producción, se debe de ampliar el número de investigaciones implementando un enfoque ético para promover el cambio hacia un cuidado animal racional de las aves que se emplean en el proceso de la inseminación.

## **2.5. Recomendaciones**

El uso de la inseminación artificial en la avicultura no solo mejora la producción avícola, sino que también impacta positivamente en la conservación de especies en peligro, por eso a medida que avanza la tecnología y evolucionan las prácticas, su potencial se incrementa; por lo tanto, a través de los siguientes ítems se sugiere:

- ✓ Brindar información relacionada al proceso de inseminación con el propósito de destacar la relevancia de la aplicación de protocolos a nivel productivo (selección, recolección, almacenamiento y aplicación del semen).
- ✓ Describir los procedimientos de entrenamiento para la recolección espermática para garantizar la viabilidad, empleando bioseguridad en los equipos y herramientas necesarios para llevar a cabo la inseminación.

- ✓ Evaluar periódicamente a los reproductores, testear la calidad seminal y aplicar planes de bioseguridad en la granja permitirá realizar descartes de manera oportuna, reduciendo el riesgo de contaminación por patógenos asociados a la reproducción.
- ✓ Proponer estrategias para mitigar problemas relacionados al estrés, con el uso de aves dóciles que permitan una fácil manipulación al momento de aplicar cualquier procedimiento relacionado a la reproducción.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo-Whitehouse, K., Gullan, F, Greig, D. & Amos, W. 2003. Inbreeding: Disease susceptibility in California sea lions. *Revista Nature*. 6;422(6927):35. DOI: 10.1038/422035a. PMID: 12621424.  
[https://www.researchgate.net/publication/10870477\\_Inbreeding\\_Disease\\_susceptibility\\_in\\_California\\_sea\\_lions](https://www.researchgate.net/publication/10870477_Inbreeding_Disease_susceptibility_in_California_sea_lions)
- Adejumoke, K. & Olubisi, E. 2016. Fertility response of indigenous turkey hens to semen dosage and oviductal spermatozoa storage. *Journal of veterinary Andrology*. <https://core.ac.uk/download/pdf/270226509.pdf>
- Álvarez, D. 2021. Aves en peligro de extinción. *Blog Ecología verde. Animales*. <https://www.ecologiaverde.com/aves-en-peligro-de-extincion-3606.html>
- Andi, D. 2022. Inseminación artificial en aves de riña (*Gallus gallus domesticus*) como una alternativa para la conservación de líneas de alto valor genético. *Repositorio de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Sede Orellana*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/18116/1/17T01809.pdf>
- Arias, A. 2006. Factores que afectan los resultados de un buen programa de IA. *Revista Motivar*. 4(38): 14. INTA. *Producción Animal Argentina*. [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/inseminacion\\_artificial/40-factores\\_que\\_afectan\\_resultados.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/40-factores_que_afectan_resultados.pdf)
- Cajo, W. & Ulcuango, J. 2020. Evaluación de la calidad seminal en tres fenotipos de gallos criollos bajo un sistema de alimentación de maíz y pastoreo en el CIPCA. *Repositorio de la Universidad Estatal Amazónica*. <https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/609/1/T.AGROP.B.UEA.1129>
- Cassola, W. 2019. Ética para el bienestar animal: un programa de alfabetización emocional. *Hoy en el TEC*. <https://acortar.link/BjqeRR>
- Chávez, O. 2022. Ensayos de fertilidad *in vitro* en aves. *Repositorio de la Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco*.

<https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/retrieve/157d8626-7ac4-43c5-8a19-d3961c3b4640/250883.pdf>

De Sousa, F. 2014. Evaluación de los diluyentes para inseminación artificial de la gallina de Guinea. *El Sitio Avícola. Artículos.* <https://www.elsitioavicola.com/articles/2503/evaluacion-de-los-diluyentes-para-inseminacion-artificial-de-la-gallina-de-guinea/>

Direlivkomsa, 2017. Ventajas de la producción avícola. *Direlivkom. Tecnología agropecuaria.* <https://direlivkom.ec/2017/12/15/ventajas-de-la-produccion-avicola/#:~:text=Proporcionan%20al%20hombre%20alimentos%20ricos,incrementar%20los%20ingresos%20del%20productor.>

El Sitio Avícola. 2013. El manejo de las reproductoras no es tarea fácil. *El Sitio Avícola. Artículos.* <https://www.elsitioavicola.com/articles/2408/el-manejo-de-las-reproductoras-no-es-tarea-facil/>

FlexBooks. 2022. 12.20 Reproducción de las aves. *CK-12 Conceptos Biología.* <https://flexbooks.ck12.org/cbook/ck-12-conceptos-biologia/section/12.20/primary/lesson/reproduccion-de-las-aves/>

Francesch, A. 1994. Inseminación artificial de gallinas. *Revista Arte Avícola.* 4, 5-7. <https://core.ac.uk/download/pdf/33161531.pdf>

Giavarini, I. 1992. Ventajas de la inseminación artificial aplicada a la avicultura. *Reproducción. Revista de Avicultura.* 60: 2, 17-23. [https://ddd.uab.cat/pub/selavi/selavi\\_a1992m4v34n4/selavi\\_a1992m4v34n4p246.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/selavi/selavi_a1992m4v34n4/selavi_a1992m4v34n4p246.pdf)

Giménez, I. 2018. Efecto biológico de la FSH recombinante de codorniz común en la inducción del ciclo ovárico en aves. *Universidad de Valencia.* <https://mobiroderic.uv.es/bitstream/handle/10550/70731/Tesis%20doctoral%20Ignacio%20Gim%20A9nez%20Nebot.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gomendio, M., Roldán, E., Garde, J. y Espeso, G. 2006. El papel de las biotecnologías reproductivas en la conservación animal. *Ecosistemas* 15 (2): 50-57. *Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente. AEET.* <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/185/182>



- Gonzalez, K. 2018. Inseminación artificial de gallinas. *ZooVet es mi pasión*.  
<https://zoovetesmpasion.com/avicultura/gallinas-ponedoras/inseminacion-artificial-de-gallinas>
- González, J. 2019. Morfofisiología del espermatozoide de *Gallus gallus* en el tracto reproductor del macho y de la hembra. *Repositorio de la Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco*.  
<https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/bitstream/123456789/1869/1/190747.pdf>
- González, O. 2019b. Comparación de dos técnicas de obtención de eyaculado en *Gallus gallus domesticus*. *Universidad Autónoma de Ciudad Juárez*,  
<https://acortar.link/UQyWqY>
- Hall, G & Bauman, D. 2012. Los problemas de fertilidad en pavos reproductores. *El Sitio Avícola. Artículos*. <https://www.elsitioavicola.com/articles/2191/los-problemas-de-fertilidad-en-pavos-reproductores/>
- Hernández, J., Benítez, J., Gómez, A. & Moreno, L. 2017. Inseminación Artificial Animal: Historia y evolución. *Universidad Tecnocientífica del Pacífico S.C*.  
<https://tecnocientifica.com.mx/libros/40-Inseminaci%C3%B3n-artificial-animal.pdf>
- INIA, 1981. Inseminación artificial en aves. *INIA – Estación experimental La Platina*.  
<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/60123/NR04971.pdf?sequence=1>
- Lake, P. 1986. The history and future of the cryopreservation of avian germ plasm. *Revista Poultry Science*. Volumen 65, Issue 1, Pages 1-15.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119521885>
- Martínez, M.1939. Contribución al estudio de la inseminación artificial. *Revista de Medicina Veterinaria*, <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6107913.pdf>
- Mattiello, R. 2010. Taxonomía de las aves. *Producción y Tecnología de Fauna Acuática y Terrestre*. <http://dpd.fvet.uba.ar/cartelera/00007188.pdf>
- McDaniel, G. 1985. Impacto de la inseminación artificial en la avicultura. *Revista California Poultry Letter*, 5, 6-7. <https://docplayer.es/78753808-Reproduccion-impacto-de-lahttps://docplayer.es/78753808-Reproduccion-impacto-de-la-inseminacion-artificial-en-la-avicultura.html>

- Peralta, M. 2017. Bases de la reproducción aviar. *Engormix. Avicultura*. [https://www.engormix.com/avicultura/genetica-aves/bases-reproduccion-aviar\\_a41275/](https://www.engormix.com/avicultura/genetica-aves/bases-reproduccion-aviar_a41275/)
- Perezgrovas, R. & Sedano, E. 2019. Estudios sobre la fauna silvestre de México y las interacciones humano-animal. Libro. Universidad Autónoma de Chiapas. *Red Mexicana. CONBIAND, A.C.* Primera Edición 2019. <https://conbiand.site/wp-content/uploads/2021/06/LIBROCOMPLETOFAUNASILVESTRE20nov2019conISBN.pdf>
- Ramírez-Iglesia, L., Díaz de Ramírez, A., Aldana-González, N., Bendezú-Urdaneta, H. 2016. Indicadores directos de bienestar animal al momento de la Inseminación artificial como factores de riesgo sobre la fertilidad en un rebaño lechero tropical. *Revista Científica*. Vol. XXVI, núm. 2, pp. 112-129. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95945988008>
- Roldan, E. 2010. Biología de la reproducción de mamíferos en peligro de extinción. *REDVET*. V11, N7, pp 1-25. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63614251022.pdf>
- Quijano, L., Artunduaga, J. & López, R. 2015. Evaluación de dos protocolos de inseminación artificial a término fijo (IATF) con dos inductores de ovulación (benzoato de estradiol y cipionato de estradiol) en vacas raza criollo caqueteño en el departamento del Caquetá. *REDVET*. Vol. 16, núm. 9, 2015, pp. 1-11. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63641785003.pdf>
- Ramírez-Iglesia, L., Díaz, A., Aldana-González, N. & Bendezú-Urdaneta, H. 2016. Indicadores directos de bienestar animal al momento de la inseminación artificial como factores de riesgo sobre la fertilidad en un rebaño lechero Tropical. *FCV Revista Científica*. Vol. XXVI, Núm. 2, pp. 112-129. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95945988008>
- Ricaurte, S. 2006. Importancia de un buen manejo de la reproducción en avicultura. *REDVET*. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63617138013.pdf>
- Tene, J. 2014. Utilización de bioestimulantes en la producción de semen de gallos e inseminación artificial en gallinas criollas. *Repositorio ESPOCH*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3806/3/17T1248.pdf.txt>

- Universo de la Salud Animal. 2022. Inseminación artificial en bovinos: conozca el paso a paso de este procedimiento. *Universo de la Salud Animal*. <https://www.universodelasaludanimal.com/ganaderia/inseminacion-artificial-en-bovinos-conozca-el-paso-a-paso-de-este-procedimiento/>
- Ugalde, R. 2014. Biotecnologías reproductivas para el siglo XXI. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Vol. 48, núm. 1, 2014, pp. 33-34. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193030122009.pdf>
- Vargas, A. 2018. Secreciones de la unión útero vaginal y su efecto en los parámetros de capacitación y descapacitación espermática in vitro de *Gallus gallus*. *Repositorio de la Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco*. <https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/bitstream/123456789/2089/1/181652.pdf>
- Vargas, A., Herrera, J., Calderón, C., Avalos, R., Camarillo, F. & Quintana, L. 2020. Evaluación de la reacción espermatozoides del gallo. *BMeditores*. <https://bmeditores.mx/avicultura/evaluacion-de-la-reaccion-espermatozoides-del-gallo/Mc>
- Yanangomez, E. 2023. Evaluación de dosis seminales en la inseminación artificial de aves de riña. *Repositorio de la ESPOCH. Sede Orellana*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/18666/1/17T01849.pdf>
- Villalon, J. 2018. La Selección en Avicultura. *Blog Gallina Castellana Negra: La raza autóctona más antigua y rustica de España*. <https://www.tri-tro.com/la-seleccion-en-avicultura/>