

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA



DETERMINACIÓN Y DOCUMENTACIÓN DE LA EXACTITUD DEL MÉTODO DE
SEXADO AL TACTO EN EL CASCARÓN, EN HUEVOS FÉRTILES DE AVES DE
POSTURA Y DE ENGORDE.

POR:

CALDERÓN LOBOS, JAIME ENRIQUE
GUTIÉRREZ ROMERO, ALONDRA DENISSE

REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO

SAN SALVADOR, AGOSTO DE 2010

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

ING. AGR. LIC. MSc. RUFINO ANTONIO QUEZADA SÁNCHEZ

SECRETARIO GENERAL:

LIC. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHÁVEZ

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO:

DR. E ING. AGR. REYNALDO ADALBERTO LÓPEZ LANDAVERDE

SECRETARIO:

ING. MSc. LUÍS FERNANDO CASTANEDA ROMERO

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA:

Ing. Agr. Ludwing Vladimir Leyton Barrientos

DOCENTE DIRECTOR:

Ing. Agr. Luís Homero López Guardado

COORDINADOR DE PROCESOS DE GRADUACIÓN:

Ing. Agr. Carlos Enrique Ruano Iraheta

RESUMEN

La investigación fue realizada en la granja “Las Mechudas” del municipio de Sacacoyo, Departamento de La Libertad; la fase de campo se desarrollo en 3 meses, se utilizaron 120 huevos por mes, 60 huevos de aves de postura y 60 huevos de engorde de la línea Arbor Acress y Hy Line blanca respectivamente se tomaron 2 huevos de cada propósito para observarlos al microscopio electrónico y ver las diferentes protuberancias del cascarón. Se practicó el sexado al cascarón a cada uno de ellos, luego, se procedió a separarlos e identificarlos y por último fueron llevados a la incubadora. A los 8 días se les practicó el miraje con el ovoscopio, para determinar fertilidad y finalmente el sexado del ala al nacimiento.

En la determinación del sexado al cascarón se identificó cada huevo con propósito y sexo al nacer. Se elaboró una hoja para coleccionar datos del sexo, fertilidad, peso del huevo, polluelo y al final observaciones que se hayan tenido en los mismos. La prueba de fertilidad se comprobó a través de un ovoscopio proporcionado por el dueño de la granja.

Se determinó que el método de sexado al tacto del cascaron no es funcional comercialmente debido a su poco porcentaje de efectividad, 65%, el cual no es considerado aceptable, al compararlo con el sexado al ala, el cual tiene un 98% (Wilson 2001), siendo el más utilizado por las empresas incubadoras.

Se evaluó económicamente la diferencia entre métodos, tomando en cuenta la cantidad de huevos sexados; si se trabaja con un número pequeño de huevos la diferencia encontrada, obviamente es poca, entonces se valorará más el tiempo de incubación como es el caso de la presente investigación pero si son grandes cantidades de huevos los que se sexan, definitivamente que aumentaría la diferencia en los costos que se tienen entre cada método.

AGRADECIMIENTOS

Nosotros, Alondra Gutiérrez y Jaime Calderón, agradecemos a:

Dios todopoderoso, por su inmensa misericordia y amor para con nosotros en todo este tiempo, por cuidarnos y guiarnos con éxito en la culminación de nuestra tesis y finalización de nuestros estudios.

A nuestros padres, hermanos y demás familia, por su apoyo incondicional en todo momento y siempre estar ahí para ayudarnos.

A nuestro asesor, Ing. Luís Homero López Guardado, ya que fue una parte clave en la finalización de nuestra investigación dando un gran aporte en conocimiento dada su gran experiencia en el área.

Don Leonel Castro y don Héctor Gutiérrez, por prestarnos sus instalaciones y proporcionarnos las incubadoras para la fase de campo, como también el conocimiento y el tiempo que nos dedicaron para la investigación.

Ing. Alirio Sandoval por su aporte en la metodología estadística y su paciencia para explicar cada duda que se tenía.

A la Facultad de Ciencias Agronómicas por convertirnos en profesionales de bien, con muchos conocimientos y experiencias ganadas en el transcurso de la carrera.

A nuestra Alma mater por brindarnos una oportunidad para desarrollarnos en el ámbito profesional con los conocimientos proporcionados en el tiempo de estudio.

Todas aquellas personas que participaron de alguna manera directa o indirecta en el desarrollo de la investigación y la culminación de la misma pero especialmente a los Ingenieros Jorge Jiménez y Arístides Santamaría de la empresa CRIAVES por su total y desinteresada colaboración.

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso, por ser mi inspiración, mi gran ejemplo, mí todo, además por siempre estar conmigo en todo momento, darme salud y muchas bendiciones en toda mi vida y poder culminar con mi investigación.

A mis padres, a quienes amo mucho, REINA ISABEL ROMERO por ser mi mejor amiga, un gran apoyo en mi vida, por su dedicación y estar siempre cuando la necesite; JOSE ROBERTO GUTIERREZ PANAMEÑO, por sus maravillosos consejos los cuales me han servido en toda mi vida, por su tiempo y paciencia, a ambos les agradezco son unos de los pilares más importantes de mi vida.

A mis hermanos, FELIPE, TITO y DIEGO, los tres primeros hombres de mi vida, que me han llenado de mucha alegría, me dieron un gran apoyo en todo momento hasta finalizar mis estudios superiores, a CARLOS Y GEOVANNY, que aunque no he vivido tanto tiempo con ustedes son los mejores hermanos mayores que alguien pudiera tener, gracias por siempre estar ahí cuando los necesite y por su gran apoyo, los amo a todos.

A mi novio y su familia, TOMAS BALMORE CARRILLO ALDANA, por ser el motor de mi vida y brindarme un gran amor, apoyarme en todo momento y ser lo que siempre soñé, “Te amo por eso” a mi suegra, MARGARITA ALDANA, aunque ya no está con nosotros, por creer siempre en mi y aconsejarme a seguir adelante. A mis cuñados TITO, IVON y MARIO por apoyarme en todo momento y animarme a seguir, y a mi consentido TOMASITO y al bebe ALEJANDRITO, los quiero.

A mi súper jefe, el Ing. Servelio Gutiérrez, por su apoyo infaltable, por cada día desde que lo conozco llenarme de muchos conocimientos y convertirse en una parte esencial en mi vida, espero siempre contar con Ud. ¡gracias!

A mi asesor, Ing. HOMERO LOPEZ GUARDADO, por ser el mejor asesor del mundo y ser tan dedicado en lo que hace, por tenerme tanta paciencia y comprenderme en todo el tiempo que duro la tesis, gracias por ser un amigo con el cual se que podré contar siempre.

A mis amigos, ALTAGRACIA, DALILA, mi compadre MIGUEL, CRESPIN, JAIME RAMOS, Ing. GUSTAVO por darme su amistad y brindarme ayuda en todo momento. Al Ing.

LEOPOLDO SERRANO, por convertirse en una persona muy especial casi como un padre, por su apoyo y optimismo hacia mí.

A mis compañeros, MARCELA, JOHANA, LUIS ALONSO por su colaboración en el desarrollo de mi tesis y demás compañeros de la facultad con los que compartí muy buenos momentos.

A mi compañero de tesis, JAIME ENRIQUE CALDERON LOBOS, que compañero, casi como mi hermano, gracias por tu paciencia comprensión en el desarrollo de la tesis, además, por tu amistad, eres un excelente colega.

Alondra Denisse Gutiérrez Romero

DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen María, porque gracias a ellos he logrado finalizar mi carrera con salud y bienestar, aunque no estén presentes aquí conmigo; siempre han sido mi apoyo en los momentos más difíciles de la carrera.

A mis padres, Pedro Alfredo Calderón Morán y Consuelo Aida Lobos de Calderón; por su apoyo incondicional en mi estudio, por los sacrificios y desvelos que han hecho por mí, para que yo logre llevar a término mi tesis y gracias por estar conmigo siempre apoyándome.

A mis hermanos, Alfredo, Luís y José Calderón. Porque indirectamente me ayudaron también en la realización de esta investigación, brindándome consejos y dándome apoyo moral y económico.

A mi asesor Ing. Homero, por su comprensión, ayuda, amistad y sacrificio para la realización de la tesis lo cual sin él esta investigación no se hubiera llevado a cabo.

A mis amigos, Lidia Clímaco, Alejandra Vallecampo, Isabel González, Baltazar López, Edis Pineda y Moisés Campos por su apoyo incondicional y siempre estar presente en alguna necesidad que he tenido durante la realización de esta investigación.

A mis compañeros, Johanna Chávez, Marcela Salinas, Tomas Carrillo, Crespín Payes, Rolando Iraheta, Jaime Ramos y demás compañeros que estuvieron conmigo en el transcurso de la carrera compartiendo momento inolvidables con ellos.

A mi compañera de Tesis, Alondra Gutiérrez por su comprensión, ayuda y compromiso para la finalización de la tesis, gracias por estar siempre pendiente de nuestro trabajo.

Jaime Enrique Calderón Lobos

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
DEDICATORIA	vi
DEDICATORIA	viii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1 Composición del Huevo	2
2.1.1. Cáscara de huevo.....	2
2.1.2. Composición Interna del Huevo	3
2.2. Incubación	5
2.2.1. Elección de huevos incubables	6
2.2.2. Tipos de incubadoras.....	7
2.2.3. Condiciones durante la incubación.....	7
2.3. El miraje.....	8
2.4. Métodos de sexado en las aves.....	9
2.4.1 Método por instrumento.....	9
2.4.2 Sexado por orificio (Cloaca).....	10
2.4.3 Autosexado.....	11
2.4.4 Sexado por color.....	12
2.4.5 Sexado por las plumas.....	13
2.5. Métodos de sexado antes del nacimiento	13
2.5.1 Método bioquímico/histológico.....	13
2.5.2. Sexado por protuberancia en el cascarón.....	14
2.5.3 Métodos basados en nuevas tecnologías.....	15
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
3.1. Descripción del estudio.....	16
3.1.1 Ubicación del lugar de estudio.....	16
3.1.2. Condiciones climáticas.....	16
3.1.3. Duración de la fase de campo.....	16

3.1.4 Descripción del material en estudio.....	17
3.2. Metodología de campo.....	17
3.2.1. Recibimiento de los huevos.	17
3.2.2. Distribución del experimento.	18
3.2.3. Pesado e identificación de los huevos.	18
3.2.4. Sexado al cascarón del huevo.	19
3.2.5. Colocación en incubadora de las unidades experimentales	20
3.2.6. Observación del huevo a tras luz.	22
3.2.7. Método de sexado al ala.	23
3.3. Metodología estadística.	24
3.3.1. Factor en estudio.	24
3.3.2 Descripción del tratamiento.....	24
3.3.3 Diseño estadístico y justificación.....	24
3.3.4 Número de repeticiones.	25
3.3.5 Parámetros a evaluar.....	25
3.4. Comparación económica	25
4. RESULTADOS	26
4.1 Datos obtenidos en los métodos de sexaje	26
4.1.1. Primer mes	26
4.1.2. Segundo mes.....	28
4.1.3. Tercer mes.....	30
4.2 Evaluación del cascaron al microscopio.....	32
4.3 Discusión de resultados.	33
5. CONCLUSIONES	36
6. RECOMENDACIONES	37
7. BIBLIOGRAFÍA.....	38
8. ANEXOS.....	40

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Constitución de la cáscara.	5
Cuadro 2. Costo del Sexado al tacto del cascarón.....	25
Cuadro 3. Costo del Sexado al ala al primer día de nacido.....	26
Cuadro 4. Resultados del sexaje al cascaron y confirmación por el método del ala en machos, y eficiencia para el primer mes	26
Cuadro 5. Resultados del sexaje al cascaron y confirmación por el método del ala en hembras, y diferencia para la primera repetición.....	27
Cuadro 6. Resultados del sexaje al cascaron y confirmación por el método del ala en Machos, y diferencia para la segunda repetición.....	28
Cuadro 7. Resultados del sexaje al cascaron y confirmación por el método del ala en hembras, y diferencia para la segunda repetición.	29
Cuadro 8. Resultados del sexaje al cascaron y confirmación por el método del ala en machos, y diferencia para la tercera repetición.....	30
Cuadro 9: Resultados del sexaje al cascaron y confirmación por el método del ala en hembras, y diferencia para la tercera repetición.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Huevos no aptos para la incubación	6
Figura 2. a) Aplicación del sexado por instrumento. b) Herramientas utilizadas en sexado	9
Figura 3. Estructuras diferenciales en el método de sexado a la cloaca	11
Figura 4. Autosexado.....	12
Figura 5. Ejemplo del sexado por color	12
Figura 6. Sexado al ala	13
Figura 8. Esquema del posible sexo por el método de tacto al cascarón	14
Figura 7. Método bioquímico/ histológico	14
Figura 9. Granja Las mechudas. Vista de la entrada principal.	16
Figura 10. Unidades experimentales: a) Postura y b) Engorde	17
Figura 11. A) Visita y B) recepción de los huevos en la empresa incubadora	17
Figura 12. Separación de las unidades experimentales según propósito y sexo.....	18
Figura 13. a) Pesado, b) y c) identificación por sexo y propósito	19
Figura 14. a) y b) Práctica del método de sexado al tacto y c) Comparación de huevos sexados	20
Figura 17. Ubicación espacial de los huevos en las incubadoras.....	21
Figura 15. Observación de la temperatura de la incubadora	21
Figura 16. Colocación de huevos sexados en la incubadora.....	21
Figura 18. A) Colocación del huevo en ovoscopio para observar cámara de aire y B) Colocación del huevo en el ovoscopio para observar venación.	22
Figura 19. a) Huevo infértil, b) huevo infértil por bacterias y c) Huevo fértil.....	22
Figura 20. a) Nacimiento de polluelos de postura machos y b) Nacimiento de los polluelos de postura hembras, a los 21 días de incubación.	23

Figura 21. a) observación de la diferencias entre macho y hembra al ala. b) Práctica del sexado al ala en aves de 1 día	24
Figura 22. Resultados del sexaje al cascaron y confirmación por el método del ala en aves de engorde y postura machos, y la efectividad del método para julio de 2009.	27
Figura 23. Resultados del sexaje al cascaron y confirmación por el método del ala en aves de engorde y postura hembras y la efectividad del método, para julio de 2009	28
Figura 24. Resultados del sexaje al cascaron y confirmación por el método del ala en aves de engorde y postura machos y la efectividad del método para agosto-septiembre de 2009.	29
Figura 25. Resultados del sexaje al cascaron y confirmación por el método del ala en aves de engorde y postura hembras y la efectividad del método para agosto-septiembre de 2009. ..	30
Figura 26. Resultados del sexaje al cascaron y confirmación por el método del ala en aves de engorde y postura hembras y la efectividad del método para septiembre-octubre de 2009. .	31
Figura 27. Resultados del sexaje al cascaron y confirmación por el método del ala en aves de engorde y postura hembras y la efectividad del método para septiembre-octubre de 2009. .	32

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Penetración de bacterias a través del huevo según la calidad del cascarón.	41
Anexo 2. Contaminación del cascarón y mortandad del pollito en sus dos primeras semanas de vida.	41
Anexo 3 .Resumen de causas de fallos en la incubación.....	42
Anexo 4 .Sexado por las plumas	43
Anexo 5. Las partes del huevo.....	43
Anexo 6. Corte radial amplificado del cascarón de un huevo.	44
Anexo 7. Efecto de la posición del huevo sobre la situación del disco germinal y la cámara de aire.	44
Anexo 8 .Miraje al ovoscopio.	45
Anexo 9. Miraje al ovoscopio (Huevo infértil y fértil).....	45
Anexo 10. Incubadora utilizada en el experimento.....	46

1. INTRODUCCIÓN

Son numerosos los avicultores que producen sus propios huevos para incubar, independientemente si la incubación es natural o artificial con máquinas semi-comerciales o artesanales, del nivel de población avícola que posean y de la especie doméstica de que se trate (Gallinas, patos, gansos, codornices, pavos, gallinas guineas o faisanes). Según la Dirección de Estadística Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería para el año 2008, existían en el país, más de 4 millones de aves de traspatio.

En la actualidad, no se reporta ningún método de sexado al cascarón ni hay antecedentes probados con rigor científico sino que en todas las incubadoras, se sexa a las aves, al nacer por diferentes técnicas, entre ellas, la inspección de las plumas del ala, color del plumón o el examen a la papila de la cloaca. Lamentablemente estas técnicas pueden aplicarse solo a ciertas líneas genéticamente mejoradas, de otra manera, hay que esperar semanas para conocer el sexo de un ave con todo lo que conlleva. Por eso, se considera necesario buscar procedimientos innovadores y prácticos, que permitan descubrir el sexo antes del nacimiento de estos animales y eso daría herramientas muy valiosas a agricultores e investigadores para ahorrar esfuerzos, capital y organización, que son esenciales en esta industria y aprovechar la ventaja de conocimiento previo en explotaciones comerciales, rurales o familiares para un mejor beneficio de los huevos fértiles y su destino.

En el presente trabajo de investigación, se desarrolló de manera más amplia, el conocimiento empírico y poco conocido que actualmente se tiene sobre el método de sexado en huevos de aves que están en producción a mediana o pequeña escala, debido a que el más usado en El Salvador es el sexaje al primer día de nacido. Con esta investigación, se pretendió contribuir, aportando un método sencillo y rápido como es el sexado al tacto a través del huevo y como ya se dijo antes, al menos en el país, es ignorado, desconocido y no se tiene información alguna del mismo. Se pretendió comprobar esta técnica, su exactitud y confirmarla con otras al nacer el animal. Además se intentó dejar sentado que esto reduciría costos de tiempo y gastos innecesarios en el uso de sexadores profesionales, ya que esta información sería de gran utilidad para todos los avicultores pero especialmente para los habitantes del sector rural que tienen aves de traspatio, para pequeños y medianos ya establecidos o aquellos que deseen iniciar su propia explotación. Es decir, que el mayor objetivo del estudio es comprobar y dar a conocer un método innovador de sexado en aves y al mismo tiempo documentarlo para ser utilizado por productores, investigadores o simplemente por interesados en esta temática, ya que este es de fácil aplicación, factibilidad y practicidad.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Composición del Huevo

2.1.1. Cáscara de huevo

El término cáscara de huevo o cascarón es empleado para designar a la parte dura o externa del huevo. En realidad está compuesto por tres capas y constituye el 11 por ciento del peso del huevo. Debajo de la cutícula (el revestimiento protector) se encuentra la capa esponjosa; a continuación de éstas se encuentra la capa mamilar o interna. Los poros del cascarón atraviesan las tres capas y sirven como conexión entre ellas (Anexo 5). La cutícula tiene una composición química similar al de las fárfaras. Al ser puesto el huevo, la cutícula líquida lo cubre y sella los poros para protegerlo contra la contaminación y la pérdida de humedad. (Haynes 1990)

La estructura material de una cáscara de huevo suele variar según las especies, se puede decir que es una matriz de proteína alineada con cristales minerales, por regla general calcio en compuestos químicos como el carbonato cálcico. El calcio de los huevos procede de una sedimentación, no existen células en las aves que generen el calcio de la cáscara. Los huevos con cáscara más dura están más mineralizados que los de cáscara más débil o frágil. (Wikipedia, 2008).

Dentro de sus funciones están las siguientes: la contención y transporte del contenido, la exclusión de patógenos y microbios que puedan dañar al contenido y soportar el desarrollo embrionario (Wikipedia 2008). La misma tiene una gran cantidad de poros utilizados para la respiración y eliminación de gases, pero que a su vez, pueden transformarse en la puerta de entrada de numerosos microorganismos (por ejemplo, bacterias). Un huevo tarda solamente veinte minutos en contaminarse (Anexos 1 y 2), aún con una cáscara fuerte. De aquí se desprende la necesidad de una limpieza rigurosa en los nidales y descartar aquellos huevos muy sucios para incubar. (Agrobit, 2005).

La yema es de menor densidad que la clara y de ahí que en el huevo en reposo, así esté plano como de punta, siempre se mantiene por encima de la albúmina y en el centro del huevo, para lo que están las chalazas. En la yema, la cicatrice o germen está siempre por encima de ella, al punto de que si tan largo es el reposo, hasta puede llegar a adherirse a la membrana albuminífera, dando lugar a la inutilización del germen y, ya en la incubación, a la del embrión en las primeras fases de su desarrollo.

De ahí la necesidad del volteo frecuente en los huevos almacenados por más de 7 días, si se destinan a incubación. Una vez en la incubadora precisan como mínimo dos volteos al día y así se hace en las máquinas planas, aunque en las verticales se llega a hacerlo cada hora cuando se dispone de mecanismo automático. La cáscara del huevo, porosa al punto de que por ella pasa el vapor del agua que emana de los líquidos del huevo así como el aire puro que el embrión precisa, llega a contener unos 7,000 poros y es tan sensible a su cascadura por efecto de un choque, como resistente. El peso de 1 kg. no rompe la cáscara del huevo tenido plano, ni 2 kg. Lo rompen si se cargan sobre su polo grueso teniéndolo de punta. (Castello 1975)

Los elementos nutritivos se reparten de manera desigual entre la clara y la yema, la primera supone algo más de la mitad de las proteínas y la mayor parte del potasio y la riboflavina, mientras que la segunda contiene vitaminas A y D, la mayoría de las otras vitaminas y minerales, las tres cuartas partes de las calorías y la totalidad de las materias grasas. (Huevos inmaculada, 2007).

2.1.2. Composición Interna del Huevo

2.1.2.1. Membranas

Las membranas son dos envolturas que en conjunto forman el corion, una está adherida al cascarón y otra contacta con la clara, ambas están unidas íntimamente y se separan en el polo más ancho, para formar la cámara de aire. Son de naturaleza proteica. Estas membranas están compuestas de pequeñas capas de proteínas. (Avicultura s.f.)

2.1.2.2. Cámara de aire

La cámara de aire (Anexo 3) se forma en las orillas del huevo, con las membranas inmediatamente pegadas a la cáscara, mientras se enfría luego de la ovoposición. Se localiza en el polo obtuso o ancho del huevo. Es relativamente pequeña en el huevo recién puesto (3mm) y aumenta de profundidad a medida que pasa el tiempo. Por tal motivo interviene de manera importante para determinar la calidad el huevo, entre más chica sea la cámara de aire, es más fresco el huevo. (Avicultura s.f.)

2.1.2.3. Chalazas

Las chalazas son dos formaciones similares a cordones de un color transparente-blanquecino, localizados en los ejes longitudinales del huevo que se forman en el útero por torsión de las fibras de mucina, secretadas en el mágnam. La función principal es la de fijar la yema al centro del huevo.

Cuanto más prominente es la chalaza, más fresco es el huevo (muchas veces las personas desconocen esta función de las estructuras fijadoras y creen que son partes de la clara que no se pueden utilizar, o incluso que el huevo está en mal estado, cuando en realidad no lo está). (Avicultura s.f.)

2.1.2.4. Capa mamilar

Es la porción interna del cascarón del huevo más calcificada. La mayor parte de la materia orgánica de esta estructura contiene mucopolisacáridos y proteínas azufradas. Cuando hay una distribución dispareja de los núcleos, los cascarones son débiles y con áreas delgadas. (Avicultura s.f.)

2.1.2.5 Capas palizadas

Consisten de columnas paralelas de cristal que se extienden para acercarse a la superficie del cascarón. (Avicultura s.f.)

2.1.2.6 Cutícula

Es la estructura exterior final del cascarón, es una cubierta orgánica grasosa que se deposita sobre el cascarón conforme pasa a través de la vagina. Tiene un espesor de 10 a 30 micras, está compuesta de materia orgánica llamada mucina. Su función es impedir la entrada de partículas líquidas o sólidas y así evitar la invasión microbiana al interior del huevo. Constituye la primera y más importante barrera contra la invasión bacteriana. La cutícula regula el intercambio de gases a través del cascarón y previene la invasión microbiana. (Avicultura s.f.)

El color de la cáscara es un carácter estrechamente unido a la herencia y depende de la concentración de unos pigmentos denominados porfirinas depositados en la matriz cálcica. La raza de la gallina determina el color de la cáscara del huevo, blanco o de color (también llamado "moreno"), sin que haya diferencias de calidad nutricional entre ambos. Como sucede con la resistencia de la cáscara, la coloración disminuye al aumentar la edad de la gallina. (Avicultura s.f.)

La cáscara constituye entre el 9 y el 12% del peso total del huevo. Posee un gran porcentaje de Carbonato de Calcio (94 %) como componente estructural, con pequeñas cantidades de Carbonato de Magnesio, Fosfato de Calcio y demás materiales orgánicos incluyendo proteínas (Cuadro 1). Si bien el Calcio está presente en gran cantidad, es poco biodisponible. Pese a ello, en ciertas regiones muy pobres y con escasez de lácteos (además de otros alimentos), la cáscara se suele lavar y triturar hasta lograr un polvillo blanco que se incorpora a preparaciones tales como purés, papillas, etc. (Petryk s.f.)

Cuadro 1. Constitución de la cáscara.

Carbonato de Calcio	91.5%
Fosfatos orgánicos	4.9%
Carbonato magnésico	2.0%
Fosfato de calcio	0.7%
Otras sales	0.2%
Agua	0.7%

(Fuente: Plot 1968)

2.2. Incubación

La incubación es aquel fenómeno biológico por el que, en unas especiales condiciones de temperatura, humedad y oxigenación, se completa en el huevo el desarrollo del embrión hasta que nace el polluelo. El miraje del huevo por el ovoscopio, se realiza en el séptimo u octavo día. La cámara de aire será mucho mayor que en un huevo fresco. (Romagosa 1963)

Aspectos que se toman para incubar huevos fértiles (Ramos 2007): El tamaño, las formas atípicas y roturas, la limpieza y la edad de los reproductores (Figura 1).

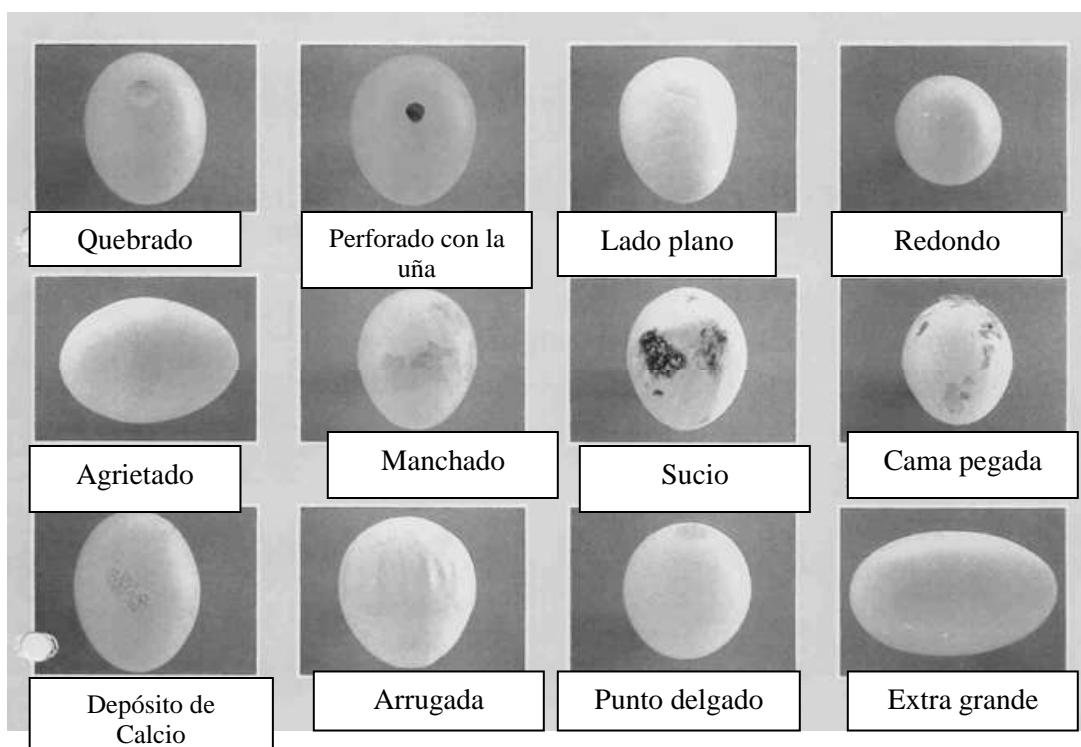


Figura 1. Huevos no aptos para la incubación

(Fuente. Easybreeding.blogspot.com)

2.2.1. Elección de huevos incubables

A la hora de proceder a la elección de los huevos puestos para ser enviados a la incubación, habrá que tener presente las siguientes cuestiones:

a) El tamaño.

No deben incubarse huevos de peso inferior a 52 g, ni superior a 69 g. En los huevos pequeños, el desarrollo embrionario es difícil y los pollitos que nacen son más pequeños y débiles de lo deseable (no deben pesar menos de 35 g). Los huevos excesivamente grandes, más frecuentes al final del período de puesta, presentan dificultades para su incubación.

b) Las formas atípicas y roturas.

Así como las fisuras de la cáscara, que hacen inadecuados a los huevos para la incubación (no llegan a buen fin o "explotan" durante el proceso).

c) La limpieza.

Los huevos sucios y los puestos en el suelo deben colocarse en bandejas diferentes de los huevos restantes. Se eliminarán los muy sucios y se someterá a los restantes a un tratamiento diferenciado del de los huevos teóricamente limpios. (Ramos 2007).

d) La edad de los reproductores. La incubabilidad de los huevos varía a lo largo del ciclo productivo: es menor al inicio y al final de dicho período. Una proporción demasiado baja de yema respecto al total del huevo. El tiempo normal de incubación de huevos fecundados procedentes de reproductoras es de veintiún días y 6 horas (510 horas).

El tiempo de incubación puede variar bastante tratándose de huevos del mismo origen. Incluso más cuando se produce la mezcla de huevos de diferentes pesos y procedencias, lo cual puede afectar a la calidad del pollito.

2.2.2. Tipos de incubadoras.

Existen incubadoras de carga única y de carga escalonada. En las de carga única, todos los huevos se introducen al mismo tiempo, quedando totalmente vacías el día de la transferencia. Es decir, se aplica el sistema "todo dentro-todo fuera", pudiéndose limpiar perfectamente cuando quedan vacías. En contraposición, las incubadoras de carga escalonada son máquinas de mayores dimensiones, en las que se van introduciendo cargas sucesivas de huevos, ocupándose el espacio que deja vacío una tanda transferida a las nacedoras con la que sigue. Estas máquinas no se vacían nunca, habiendo en ellas embriones en diferentes fases de desarrollo.

2.2.3. Condiciones durante la incubación.

Además de los aspectos ya reseñados, los resultados de incubación dependen también de un conjunto de parámetros, entre los que podemos destacar los siguientes: temperatura, humedad relativa, ventilación (contenidos del aire en oxígeno y anhídrido carbónico), presión barométrica y volteo de los huevos.

Un error en cualquiera de ellos puede dar fallas en el proceso de incubación (Anexo 3).

La temperatura de incubación de las especies domésticas se sitúa en un estrecho margen, entre los 37 y los 38°C. Para las gallinas en concreto, la temperatura ideal de incubación es de 37,7 a 37,8°C. También parece que el valor térmico ideal es diferente según se trate de incubadoras de carga continua o de carga única (todo dentro-todo fuera), puesto que en estas últimas la temperatura se puede ajustar al valor adecuado al estado de desarrollo embrionario. (Ramos 2007).

2.3. El miraje

En el miraje de los huevos, se eliminan los huevos "claros", que incluirán los infértiles y los abortados de primeros días, ya que son indiferenciables en esta operación, así como los huevos en los que se detecte que el embrión está muerto. De esta forma se puede optimizar la capacidad de las nacedoras y reducir el nivel de contaminación de éstas, al haberse retirado los huevos abortados y contaminados que pudieran producir en explosiones en la nacedora. Es importante analizar los huevos retirados, sobre todo si suponen un porcentaje alto. En el caso de embriones muertos, será preciso extraerlos para evitar problemas dentro de la incubadora. (Del Pino s.f.)

El miraje del huevo por el ovoscopio (Anexo 8), se realiza en el séptimo u octavo día. La cámara de aire será mucho mayor que en un huevo fresco. Los huevos fértiles presentarán en el miraje una mancha oscura en la yema, de la que irradian varios vasos sanguíneos de color rojo, parecidos a una araña. Cuanto mayor y más visible aparezca el embrión, más fuerte y vigoroso será el germen (Anexo 9). Si éste se presenta sin los vasos sanguíneos radiales y con un anillo de sangre entero o parcial a su alrededor, será indicio de que ha muerto y por tanto el huevo deberá retirarse. (Romagosa 1963)

Cuando los huevos son inspeccionados con el ovoscopio durante su traslado a las bandejas de las nacedoras, no se debe esperar el encontrar ningún huevo claro, a no ser que se les haya escapado durante la primera inspección. Se debe esperar encontrar un número reducido de embriones muertos. Algunos de estos pueden asociarse a los huevos con cáscaras de mala calidad o dañadas que no fueron retirados durante la primera inspección o que se dañaron después de efectuar la misma. Al romper los huevos se puede encontrar huevos infectados que pueden ser detectados por su color anormal y por su mal olor. Cuando los huevos que no han incubado se examinan hay varios tipos de anomalías probables. El técnico debería buscar los embriones que estén mal posicionados (a excepción de los que tienen la cabeza debajo del ala derecha y están situados en la punta más ancha del huevo). Los embriones excesivamente mojados o secos indican que la humedad ha sido incorrecta durante la incubación, un periodo muy largo del almacenaje de los huevos, un almacenaje inadecuado de los huevos (seco) o a huevos con cáscara de baja calidad. Algunos embriones genéticamente anormales deben esperarse a estas alturas, pero si el número es excesivo se recomienda una investigación más detallada. (Del Pino s.f.)

2.4. Métodos de sexado en las aves.

El sexado de pollitos de un día era desconocido antes del 1925. Desde entonces, se han realizado enormes avances hacia su progreso. Actualmente existen cinco métodos generales de sexado para pollitos de un día: Instrumental, orificio (cloaca), autosexado, sexado por color y sexado por las plumas (Wilson 2001):

2.4.1 Método por instrumento.

Este método se realiza con un instrumento óptico (Instrumento Keeler) similar a un proctoscopio (utilizado por los doctores para revisar el recto). Un tubo óptico es insertado en el intestino grueso de los pollitos y se observan las gónadas directamente a través de la pared del intestino. Los machos tienen dos testículos mientras que las hembras usualmente tienen solo un ovario localizado en el lado izquierdo. Este método requiere de entrenamiento considerable y puede originarse daño a más pollitos que por el método del orificio (cloaca). El método por instrumento de sexado es utilizado principalmente para sexar pollitos de un día, pero no hay razón para no utilizarlo en otras especies de aves. Debido a su tamaño pequeño, sin embargo, es poco probable que este método pueda ser utilizado para sexar aves de juego o pequeñas mascotas. (Wilson 2001)



Figura 2. a) Aplicación del sexado por instrumento.



b) Herramientas utilizadas en sexado

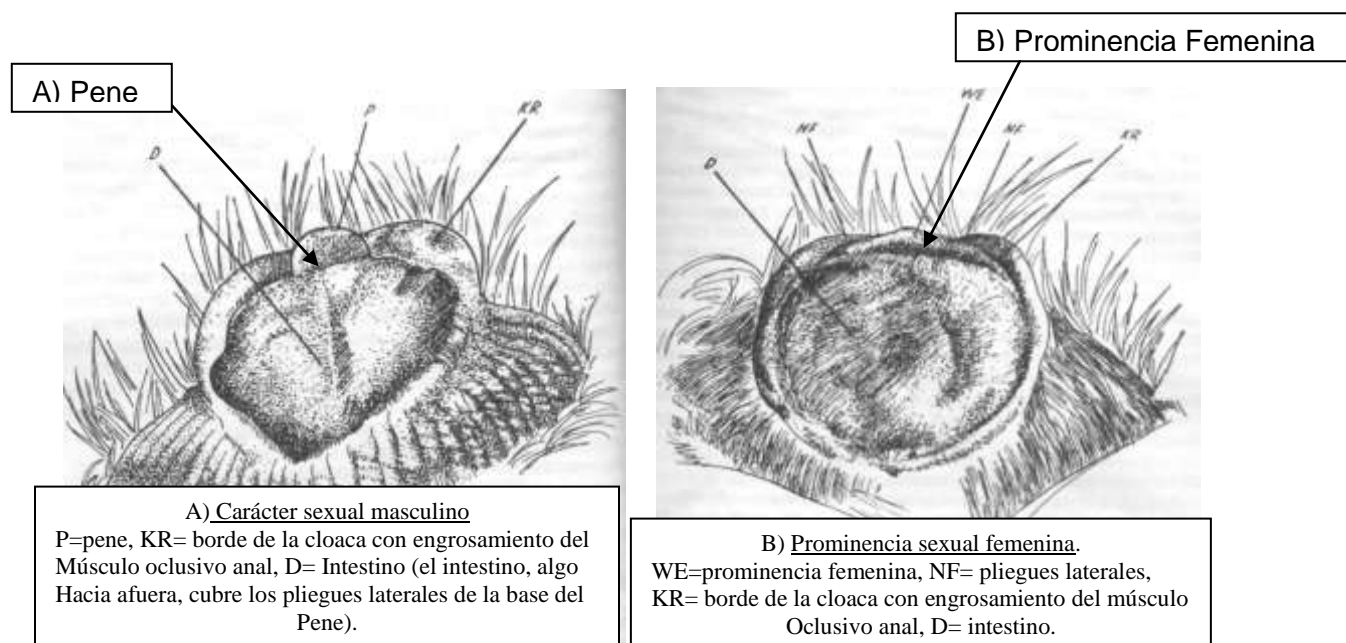
2.4.2 Sexado por orificio (Cloaca).

El sexar por el orificio (cloaca) fue desarrollado originalmente por los japoneses e involucra el examen visual de la cloaca del pollito, siendo distinguido el sexo de acuerdo a diferencias anatómicas minuciosas. Este método requiere un entrenamiento extensivo por varios meses para lograr la habilidad necesaria, pero es bastante acertado una vez que se ha logrado considerable experiencia.

Los japoneses introdujeron la técnica de la cloaca a los productores de pollos en Norte América en los años 1930, y muy rápido se convirtió en la técnica más utilizada en la industria avícola de los Estados Unidos.

Debido a su costo, entrenamiento intensivo requerido, y el potencial para dañar a los pollitos, ha sido reemplazado por otros métodos cuando es posible. Sin embargo, el sexado por la cloaca es todavía utilizado extensivamente por compañías criadoras para líneas de pollos de no autosexado, incluyendo parvadas de padres y abuelos. Debido a que no han sido identificadas características de autosexado en pavos y la mayoría de las especies domesticas, el sexado por la cloaca debe ser utilizado. El mejor tiempo para el sexado por la cloaca es cuando los pollitos tienen de 12 a 26 horas de edad. Pollitos de menores de 12 horas pueden sufrir prolapsos. El sexado de pollitos sin alimentar por más de 36 horas de edad puede ser difícil de abrir y las diferencias anatómicas son más difíciles de detectar que en pollitos más pequeños. (Wilson 2001)

El sexaje por cloaca consiste en levantar la cloaca del ave, que alberga sus partes genitales, y distinguir las diferencias sutiles que existen entre la musculatura de los machos y de las hembras. Se trata de una operación rápida (menos de 4 segundos son necesarios para determinar el sexo del ave) e indolora, pero que necesita, por parte del sexador, haber adquirido una experiencia técnica difícil. (ESAF 2008)



(Fuente. Ebeling. 1964)

Figura 3. Estructuras diferenciales en el método de sexado a la cloaca

2.4.3 Autosexado.

Este método consiste en identificar en el mismo instante del nacimiento a los machos y a las hembras, merced a la presencia de caracteres secundarios que acompañan al sexo, es decir, caracteres de raza, evidenciados únicamente la descendencia masculina o femenina. Muchas son las razas que pueden autosexarse o entrecruzarse con el fin de obtener híbridos comerciales. Recordemos, por ejemplo: La Plymouth blanca, cuya gallina empareja con el gallo Rhode Island rojo y produce machos con plumón amarillo y hembras con plumón rojizo. Otros caracteres que acompañan siempre al sexo son: el emplume lento, que en los pollitos nacidos de gallos Liborna con gallinas rhode island permite distinguir a las hembras por la mayor longitud de las remeras primarias y la coloración de los tarsos. El color pizarra que tienen los machos aparece en las hembras hijas cuya madre tiene patas amarillas o blancas. El autosexaje no necesita personal especializado y es segurísimo. (Mainardi 1984)

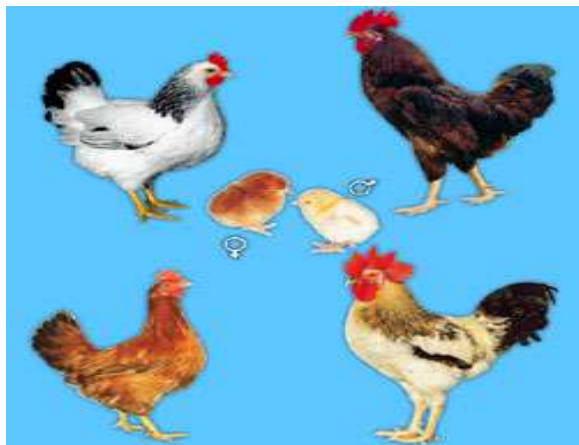
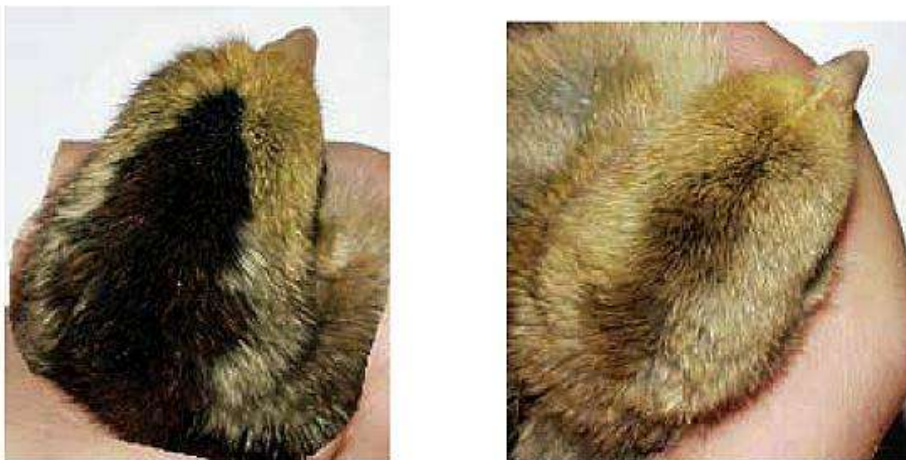


Figura 4. Autosexado

2.4.4 Sexado por color.

El sexo de estos pollitos puede ser distinguido por el tamaño y la forma de una mancha en la cabeza cuando eclosionan (nacen). Los pollitos machos de un día tienen la mancha en la cabeza más grande. La mancha en las hembras es más pequeña y angosta. (Wilson 2001)



© Picture: Johnny Sørensen Dorking klubben Denmark.

Figura 5. Ejemplo del sexado por color

2.4.5 Sexado por las plumas.

El gen de emplumado rápido / lento (Anexo 4) es la característica más comúnmente utilizada por los criadores comerciales en EU. En este caso, el sexo del pollito es determinado cuando nace de acuerdo a lo largo de las plumas del ala (primarias y secundarias).

Por lo tanto, los machos tienen relativamente las plumas más cortas que las hembras. En la hembra, las plumas de cobertura son más cortas que las plumas primarias. En el macho, las plumas de cobertura son más largas que las plumas primarias. (Wilson 2001)

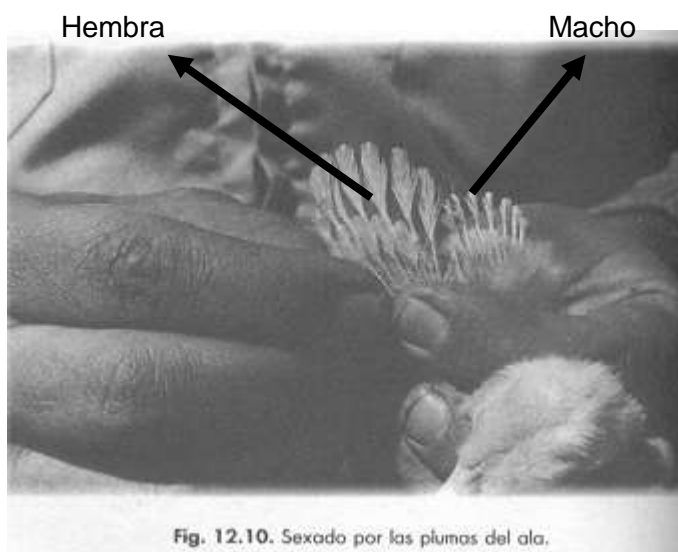


Figura 6. Sexado al ala
(Fuente. Ebeling. 1964)

Se requiere de entrenamiento para desarrollar habilidad en el sexado basado en el largo de pluma en el ala. Sin embargo, el entrenamiento es menor que el requerido para sexar por la cloaca. La precisión y la velocidad son usualmente muy buenas. (Wilson 2001)

2.5. Métodos de sexado antes del nacimiento

2.5.1 Método bioquímico/histológico.

Este método involucra la identificación de cromosomas por cariotipo, o la caracterización bioquímica por el análisis del ADN o por otros métodos químicos. Este método se prefiere para pollitos muy costosos, porque de otra forma no es económico. (Wilson 2001)

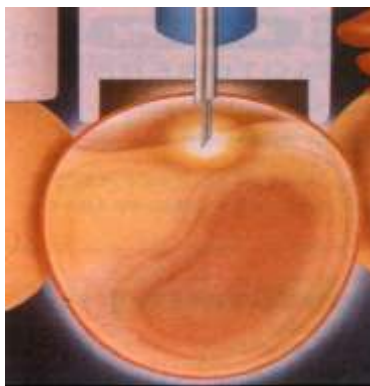


Figura 7. Método bioquímico/histológico

2.5.2. Sexado por protuberancia en el cascarón.

Según aquellos que de manera empírica han logrado dominar la técnica, esta se basa en tomar el huevo de cualquier especie avícola doméstica en la mano y posteriormente, con las yemas de los dedos buscarle una protuberancia o muesca bastante perceptible que se encuentra en el polo más puntiagudo del huevo y si se localiza, significaría que es macho. En el caso contrario, si el cascarón es liso, sin trazas de prominencias, es hembra (Figura 8). Se aclara, que no es una mancha circular en los polos de la cáscara que se halla a veces en huevos y que significa fertilidad. Se observará a trasluz la fertilidad de los huevos sexados a los 8 días aproximadamente para saber si se puede continuar el proceso de incubación. En el método al tacto, se confirmará si es o no efectivo, demostrándolo con sexajes a las plumas del ala y a la cloaca, al nacer los polluelos debido precisamente a la falta de antecedentes.¹

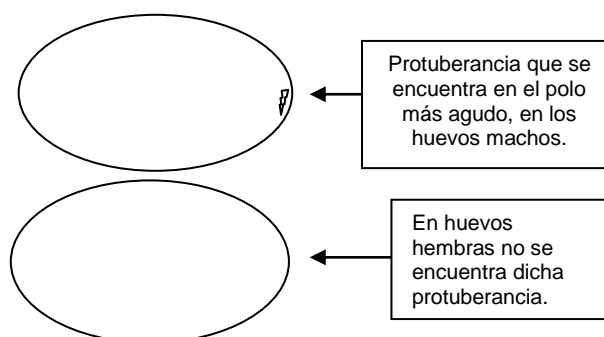


Figura 8. Esquema del posible sexo por el método de tacto al cascarón

¹ Comunicación personal. Leonel Castro y Héctor Gutiérrez. Copropietarios de la empresa agroecoturística Granja Las Mechudas. Sacacoyo. 12 de febrero de 2009.

2.5.3 Métodos basados en nuevas tecnologías.

Identifican el sexo en el huevo de incubar, antes del nacimiento, aunque de momento no se utilizan a escala comercial. Los principales métodos que se utilizan son:

2.5.3.1. Marcadores moleculares asociados al cromosoma

El marcador molecular de mayor interés es el *CHD*, que aunque tiene homólogo en el cromosoma *Z* permite diferenciar ambos sexos. La electroforesis producirá dos bandas en las hembras y una sola banda en los machos. Este método es demasiado lento (50 muestras/hora), caro, y requiere personal altamente especializado, por lo que actualmente sólo se utiliza en estudios de laboratorio y en programas de conservación. (Griffiths *et al*, citado por Campos)

2.5.3.2. Citometría

Esta permite identificar el sexo por diferencia en contenido de ADN entre los cromosomas *W* y *Z*, que al igual que en otras especies de vertebrados es un 2% aproximadamente mayor en el sexo homogamético. Aunque este método es más rápido que el anterior (150 muestras/hora) necesita instrumental de muy elevado costo. (Nakamura *et al*, citado por Campos s.f.)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción del estudio.

3.1.1 Ubicación del lugar de estudio.

La investigación se llevó a cabo en la granja “Las Mechudas”, que se clasifica como pequeña ya que funciona con alrededor de 200 aves, ubicada en el Cantón Buena Vista, del Municipio de Sacacoyo, Departamento de La Libertad, las coordenadas geográficas del municipio de Sacacoyo son las siguientes: 13°44′02.35” N y 89°28′18.59” O; con una elevación de 748 m.s.n.m. Propiedad de Leonel Castro y Héctor Gutiérrez impulsores de la técnica en estudio. (Fig. 9)



Figura 9. Granja Las mechudas. Vista de la entrada principal.

3.1.2. Condiciones climáticas.

El clima es tropical cálido con temperaturas anuales de 22° a 28° C. La precipitación pluvial anual oscila entre 1600 a 2000 milímetros.

3.1.3. Duración de la fase de campo.

Se inició la investigación en la primera semana de julio de 2009 y la fase de campo duro un período de 3 meses hasta octubre del mismo año.

3.1.4 Descripción del material en estudio.

Las unidades experimentales que se usaron fueron huevos fértiles de líneas mejoradas de aves ponedoras y de engorde aportados por una reconocida empresa incubadora.

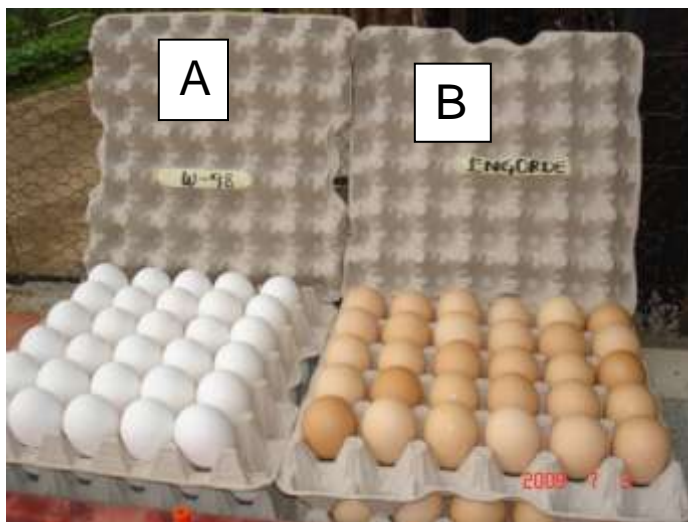


Figura 10. Unidades experimentales: a) Postura y b) Engorde

3.2. Metodología de campo.

3.2.1. Recibimiento de los huevos.

Esta inició con el recibimiento de los huevos fértiles, los cuales fueron separados según su propósito de producción (Engorde, línea Arbor Acres y postura, línea Hy Line blanca), la cantidad de huevos fue de 360 para la fase de campo, divididos en 3 entregas mensuales de 120 huevos.



Figura 11. A) Visita y B) recepción de los huevos en la empresa incubadora

3.2.2. Distribución del experimento.

El experimento fue fraccionado en 2 bloques: Uno con 60 huevos fértiles de aves ponedoras y el otro con 60 huevos fértiles de aves de engorde por mes, lo que sería replicado por dos meses más. De esos 60, se extrajeron 2 huevos por propósito, para realizar un estudio del cascarón por medio del microscopio de barrido, con el objetivo de observar la protuberancia del polo más agudo y confirmar si se encuentra. Este estudio fue realizado en el Centro de Investigación para la Salud (CENSALUD) en la Universidad de El Salvador.



Figura 12. Separación de las unidades experimentales según propósito y sexo

3.2.3. Pesado e identificación de los huevos.

Los huevos después de ser llevados a la granja donde se realizó la investigación fueron pesados y se registró su peso en gramos. Se identificaron con número correlativo y letra, cada huevo según su propósito y el sexo que se determinó por medio del método evaluado, para seguidamente ser llevados a incubar y colocados según su identificación. A su vez cada incubadora se identifico por medio de etiquetas donde se colocaba el sexo y propósito de los huevos que colocaban en las mismas. (fig. 13)

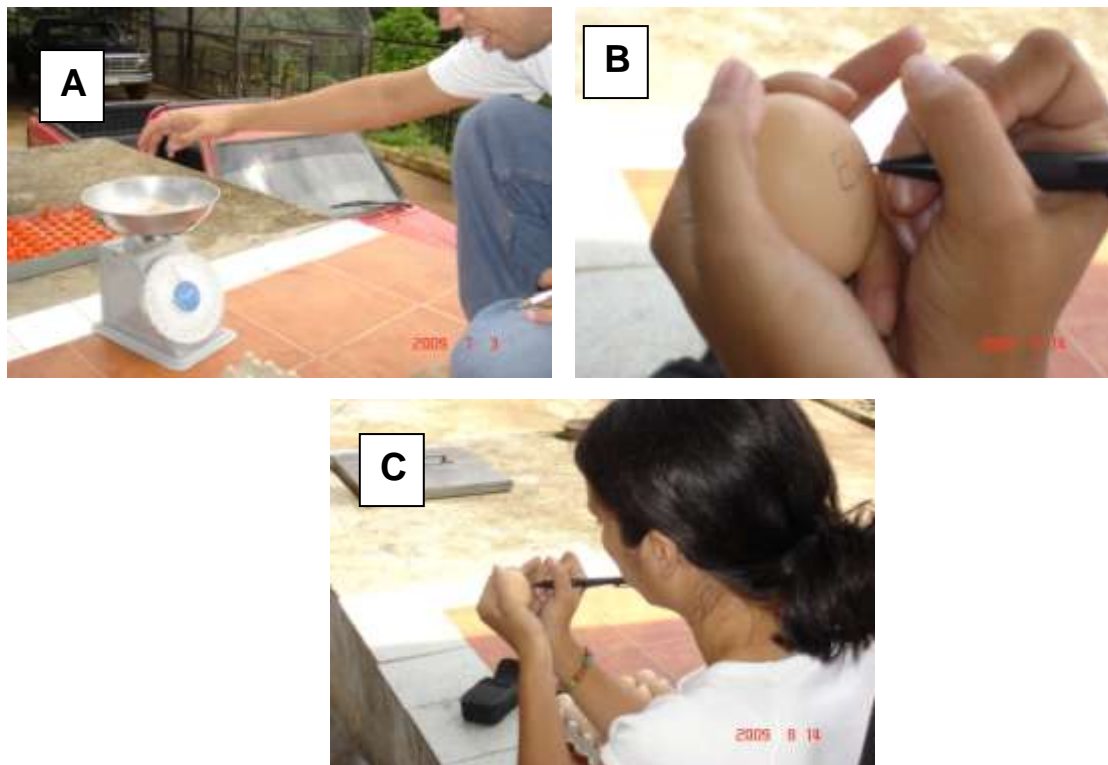


Figura 13. a) Pesado, b) y c) identificación por sexo y propósito

3.2.4. Sexado al cascarón del huevo.

Después de pesar cada huevo se aplicó el método de sexado al tacto, primero Don Leonel Castro, dueño de la granja, dio un recordatorio de la explicación de cómo se realizaba el método y de lo que se debía sentir al tacto, luego por parte de los investigadores, se practicó este método nuevamente con cada huevo sexado, los cuales eran confirmados por el señor Castro; esto fue realizado con los primeros 120 huevos, para después solo revisar los ya sexados por la persona antes mencionada de los 2 meses restantes. Al tener determinado el sexo de cada huevo inmediatamente se identificaba con el sexo y el propósito y se llevaba a incubar a la máquina según se había determinado previamente al azar.

Primero se tomaba el huevo por los costados, para luego con la yema del dedo índice, tocar el polo más agudo del mismo, si se sentía una pequeña protuberancia en esa zona, era un huevo correspondiente a un probable macho, caso contrario, si se sentía completamente liso era una posible hembra. (Fig. 14)

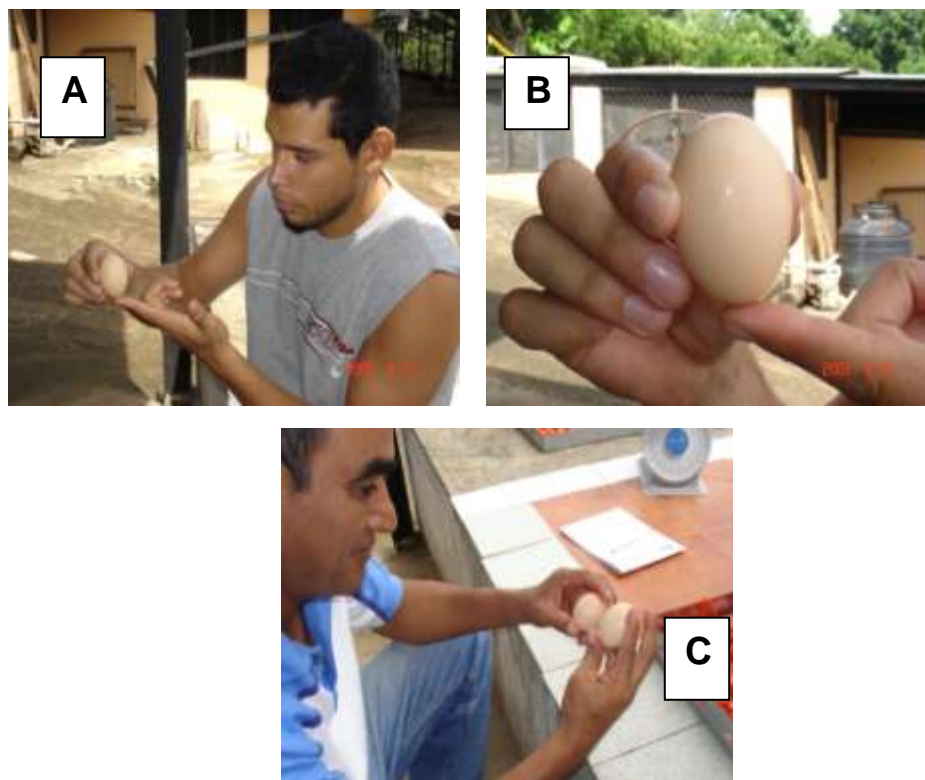


Figura 14. a) y b) Práctica del método de sexado al tacto y c) Comparación de huevos sexados

3.2.5. Colocación en incubadora de las unidades experimentales

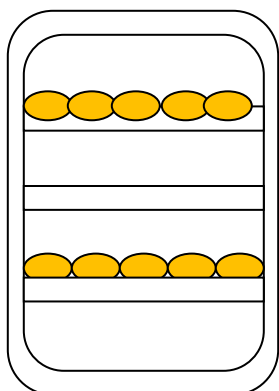
Después de realizado este procedimiento, se colocaron los huevos en las incubadoras, reservadas con suficiente espacio para dividir los bloques ya sexados y registrados. En la última semana de incubación, se repartían los huevos próximos a eclosionar en otras 2 incubadoras, haciendo un total de 4, respectivamente para postura hembras, posturas machos, engorde hembras y finalmente, engorde machos. (Figura 17). Las cuales fueron proporcionadas por los dueños de la granja, las incubadoras a utilizar en el experimento tienen una capacidad para 500 huevos cada una, 5 niveles para 100 huevos, son semi-industriales y de carga única. (Anexo 10).



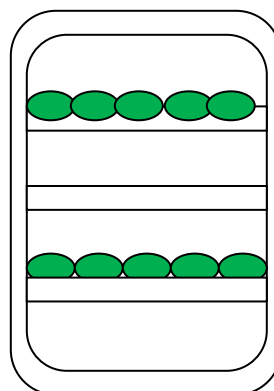
Figura 16. Colocación de huevos sexados en la incubadora



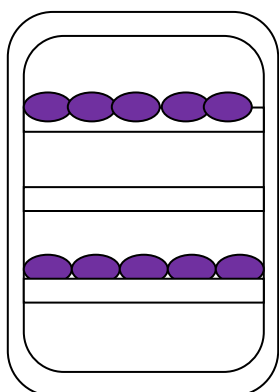
Figura 15. Observación de la temperatura de la incubadora



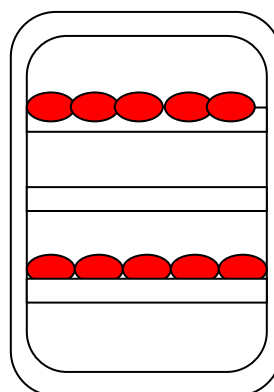
A1: Sexado de la cáscara de huevos
Fértiles de postura hembras.



B2: Sexado de la cáscara de huevos fértiles
De postura machos



C3: Sexado de la cáscara de huevos
Fértiles de engorde machos.



D4: Sexado de la cáscara de huevos fértiles
De engorde hembras

Figura 17. Ubicación espacial de los huevos en las incubadoras

3.2.6. Observación del huevo a tras luz.

En promedio, de 7 a 8 días de colocados los huevos en las maquinas, se determinó la fertilidad de los mismos observándolos a trasluz, para lo cual se utilizó un ovoscopio (lampara especial) (Fig. 17).

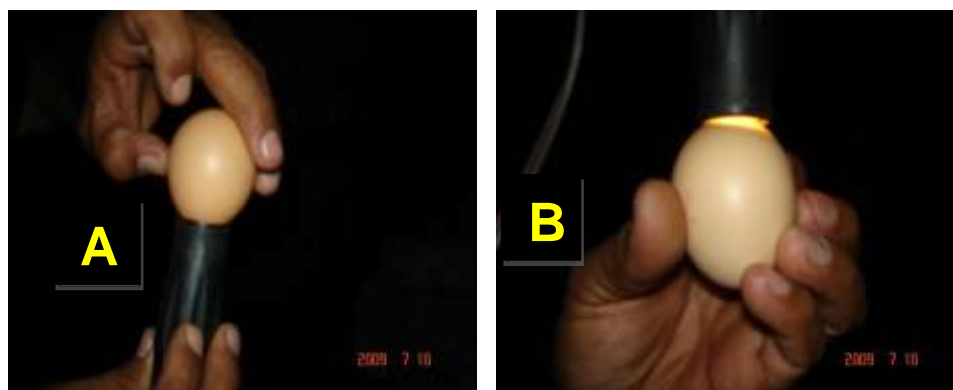


Figura 18. A) Colocación del huevo en ovoscopio para observar cámara de aire y B) Colocación del huevo en el ovoscopio para observar venación.

Al observar el huevo fecundo a trasluz, se observó una zona de oscuridad con un semicírculo en depresión y con abundantes ramificaciones, si se observaba claro y sin hundimientos, el huevo no era fértil (Fig. 18).

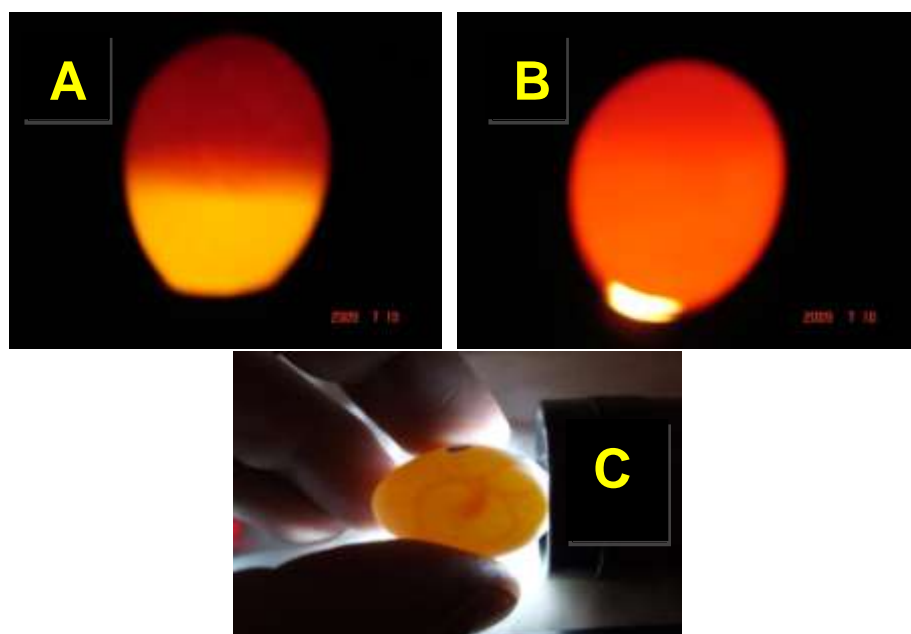


Figura 19. a) Huevo infértil, b) huevo infértil por bacterias y c) Huevo fértil

3.2.7. Método de sexado al ala.

Al pasar los 21 días de incubación se confirmaba el sexo de las aves ya nacidas con el método del sexado al ala, el cual era conducido por un sexador profesional proporcionado por la misma empresa incubadora que dono los huevos fértiles. Con dicha técnica, se pretendía corroborar la efectividad del método en estudio.



Figura 20. a) Nacimiento de polluelos de postura machos y b) Nacimiento de los polluelos de postura hembras, a los 21 días de incubación.



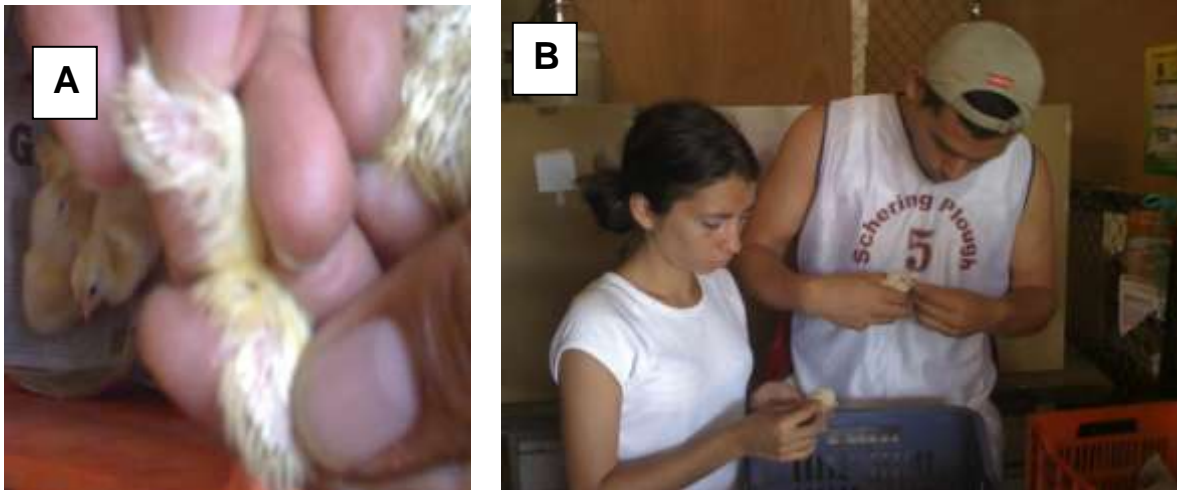


Figura 21. a) observación de la diferencias entre macho y hembra al ala. b) Práctica del sexado al ala en aves de 1 día

3.3. Metodología estadística.

3.3.1. Factor en estudio.

Se evaluó un método de sexado antes del nacimiento, el cual consistía en determinar su sexo por la presencia o no, de una protuberancia en el polo más agudo del huevo.

3.3.2 Descripción del tratamiento.

Se tomaron en cuenta 2 tratamientos los cuales son:

Tratamiento 1. Método de sexado al cascarón.

Tratamiento 2. Método de sexado al ala, el cual se utilizó como evaluador del método en estudio.

3.3.3 Diseño estadístico y justificación.

Para el diseño estadístico se utilizó la estadística descriptiva a través de la frecuencia de aparición del fenómeno (% de efectividad), según cada repetición (Mes).

Este diseño no requiere de otra metodología cuántica, porque la investigación sugirió contabilizar la cantidad de huevos sometidos a los métodos de sexado (Tacto y Ala) según el propósito de la ave (Engorde y Postura).

3.3.4 Número de repeticiones.

Se realizaron 3 repeticiones, cada una con 120 huevos por cada mes del total del tiempo de la investigación de campo.

3.3.5 Parámetros a evaluar.

Se evaluaron los parámetros de eficiencia de la aplicación del sexaje al polo más puntiagudo del huevo fértil y la cantidad de pollos nacidos confirmando o no esa circunstancia al día de edad por el método de sexado al ala para referenciarlos.

3.4. Comparación económica

Para referenciar el estudio económico general, se basó en los precios de los huevos fértiles y de los polluelos al día de edad. En el caso de los pollos de engorde el costo de un huevo fértil era de \$0.15 según empresas dedicadas al rubro en el país en 2009 y el de polluelo de un día, \$0.59; en cambio, el huevo fértil de una pollita de postura tenía un valor de \$0.19 y al nacimiento de \$1.01.

También, se incorporó en el análisis, el pago a un sexador profesional al día de edad y el pago de la persona que determine el sexo del ave en el cascarón del huevo. Otros factores que se consideraron fueron la sensatez de criterio y decisión de obtener un sexo determinado en cualquiera de los propósitos de producción que se trabajaran, fuera esta carne o huevo.

En base a los aspectos tratados anteriormente se pudo encontrar la relación beneficio/costo parcial.

Cuadro 2. Costo del Sexado al tacto del cascarón.

Factor/Tratamiento	Engorde	Postura
Costo del huevo fértil	\$0.15	\$0.19

Costo del pollo de 1 día de nacido	\$0.59	\$1.01
Pago al sexador en el cascarón	\$0.01	\$0.01
Total	\$0.16	\$0.20

Cuadro 3. Costo del Sexado al ala al primer día de nacido

Factor/Tratamiento	Engorde	Postura
Costo del huevo fértil	\$0.15	\$0.19
Costo del pollo de 1 día de nacido	\$0.59	\$1.01
Pago al sexador a las plumas del ala	\$0.03	\$0.03
Total	\$0.18	\$0.22

Se incluye el costo del ave nacida, como dato importante a la hora de comercializar pollitos en pie, tomando en cuenta la diferencia entre el valor según el sexo y propósito del ave. En la suma se excluye este valor.

4. RESULTADOS

4.1 Datos obtenidos en los métodos de sexaje.

4.1.1. Primer mes

Cuadro 4. Resultados del sexaje al cascaron y confirmación por el método del ala en machos, y eficiencia para el primer mes

PRIMER MES. (Del 03 al 24 de julio del 2009).					
PROPOSITO	Método de sexado al tacto. Machos	Método de sexado al ala		Cantidad de huevos eliminados*	% de efectividad
		Macho	Hembra		
➤ Engorde	27	18	9	2	66.66
➤ Postura	29	16	13	3	55.17

Se puede observar que la cantidad total de huevos sexados al inicio del experimento en machos tanto de postura como engorde, no es la misma al momento del nacimiento debido a que en el periodo de incubación hubo pérdidas de los mismos debido a infertilidad, mal

manejo de los huevos, ataque por bacterias, muerte embrionaria o simplemente aves no nacidas por motivos aparentemente desconocidos. Por ello las cantidades finales de aves nacidas después de la incubación fueron 27 para engorde y 29 para postura.

En el primer caso, 27 machos de engorda, al sexar al ala se obtuvieron 18 machos y 9 hembras, a su vez se corroboró su efectividad al ala que fue del 66.66%. En el caso de los machos de postura de esos 29, resultaron: 16 machos y 13 hembras, así mismo se corroboró su efectividad que fue del 55.17%.

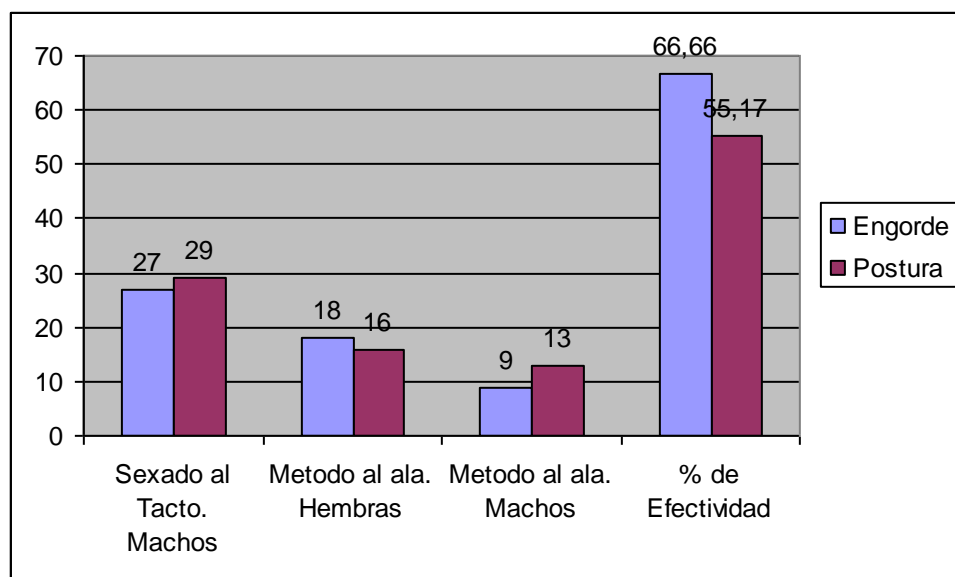


Figura 22. Resultados del sexaje al cascarron y confirmación por el método del ala en aves de engorde y postura machos, y la efectividad del método para julio de 2009.

Cuadro 5. Resultados del sexaje al cascarron y confirmación por el método del ala en hembras, y diferencia para la primera repetición.

PRIMER MES. (Del 03 al 24 de julio del 2009).					
PROPOSITO	Método de sexado al tacto. Hembras	Método de sexado al ala		Cantidad de huevos eliminados*	% de efectividad
		Hembra	Macho		
➤ Engorde	20	14	6	9	70
➤ Postura	24	13	11	2	54.16

En hembras tanto de engorde como de postura, de la cantidad de huevos sexados al tacto, después de la incubación quedaron 20 de engorde y 24 de postura, de las cuales, en

engorde, después del sexado al ala resultaron: 14 hembras y 6 machos, la efectividad del método al tacto fue de 70%.

De igual manera se procedió con las aves de postura dando como resultado: 13 hembras y 11 machos, resultando la efectividad en 54.16%.

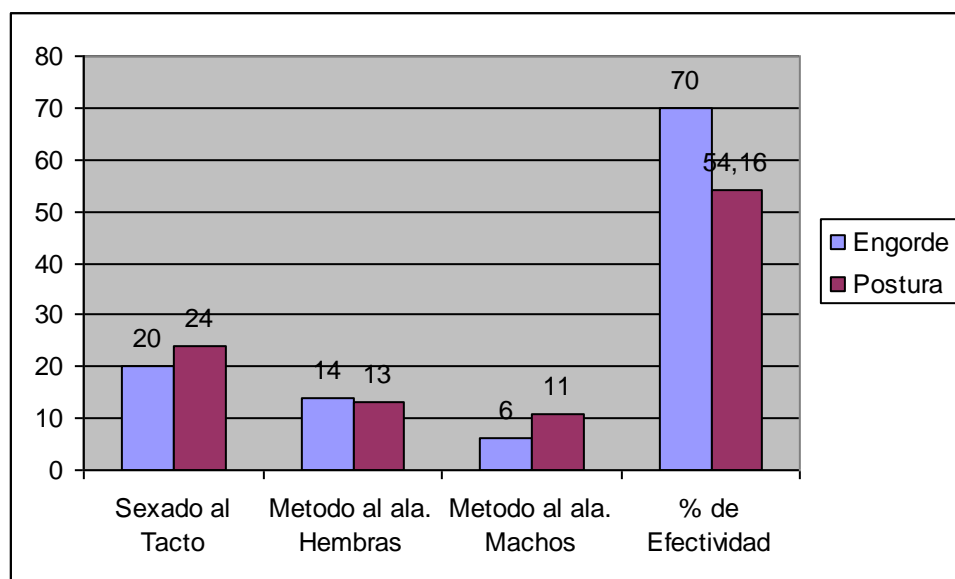


Figura 23. Resultados del sexaje al cascarron y confirmación por el método del ala en aves de engorde y postura hembras y la efectividad del método, para julio de 2009

4.1.2. Segundo mes

Cuadro 6. Resultados del sexaje al cascarron y confirmación por el método del ala en Machos, y diferencia para la segunda repetición.

SEGUNDO MES. (Del 14 de agosto al 04 de septiembre del 2009).					
PROPOSITO	Método de sexado al tacto. Machos	Método de sexado al ala		Cantidad de huevos eliminados*	% de efectividad
		Macho	Hembra		
➤ Engorde	21	8	13	8	38.1
➤ Postura	30	18	12	4	60

En la segunda repetición se tiene machos, tanto de engorde como de postura obteniéndose al sexar al tacto 21 y 30 respectivamente; puede observarse que de los 21 huevos de engorde, sexados al ala, resultaron 8 machos y 13 hembras, con una efectividad del 38.1%.

Mas o menos similar que en el caso de las aves de postura que fueron 18 machos y 12 hembras, con una efectividad del 60%.

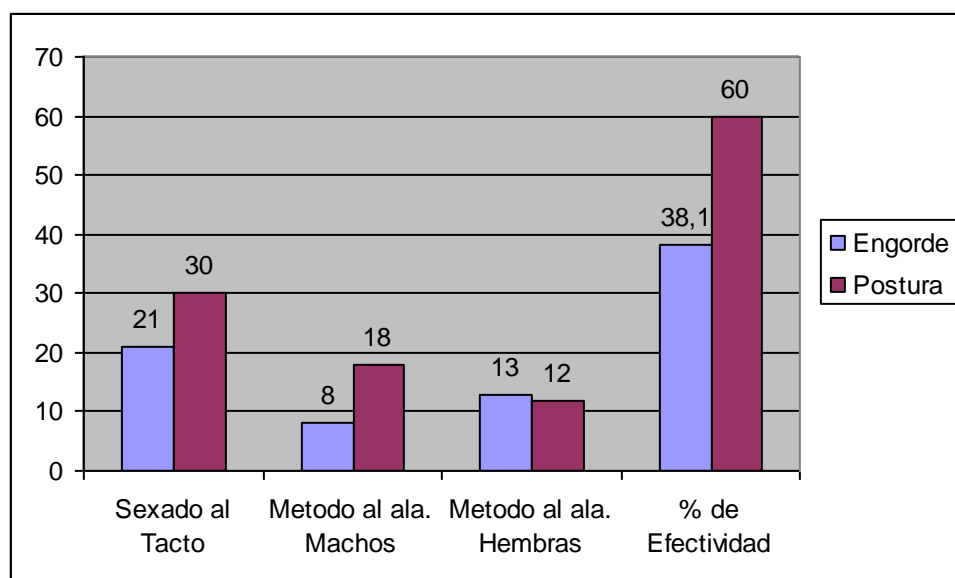


Figura 24. Resultados del sexaje al cascarron y confirmación por el método del ala en aves de engorde y postura machos y la efectividad del método para agosto-septiembre de 2009.

Cuadro 7. Resultados del sexaje al cascarron y confirmación por el método del ala en hembras, y diferencia para la segunda repetición.

SEGUNDO MES. (Del 14 de agosto al 04 de septiembre del 2009).

PROPOSITO	Método de sexado al tacto. Hembras	Método de sexado al ala		Cantidad de huevos eliminados*	% de efectividad
		Hembra	Macho		
➤ Engorde	24	13	11	4	54.16
➤ Postura	22	9	13	2	37.5

En el caso de las hembras de engorde y postura, fueron 24 y 22 lo obtenido al sexar al tacto. Las hembras de postura resultaron, después de realizado el sexado al ala, 13 hembras y 11 machos, con una efectividad del 54.16%.

A su vez en las aves de postura se obtuvieron 9 hembras y 13 machos, con la efectividad del 37.5%.

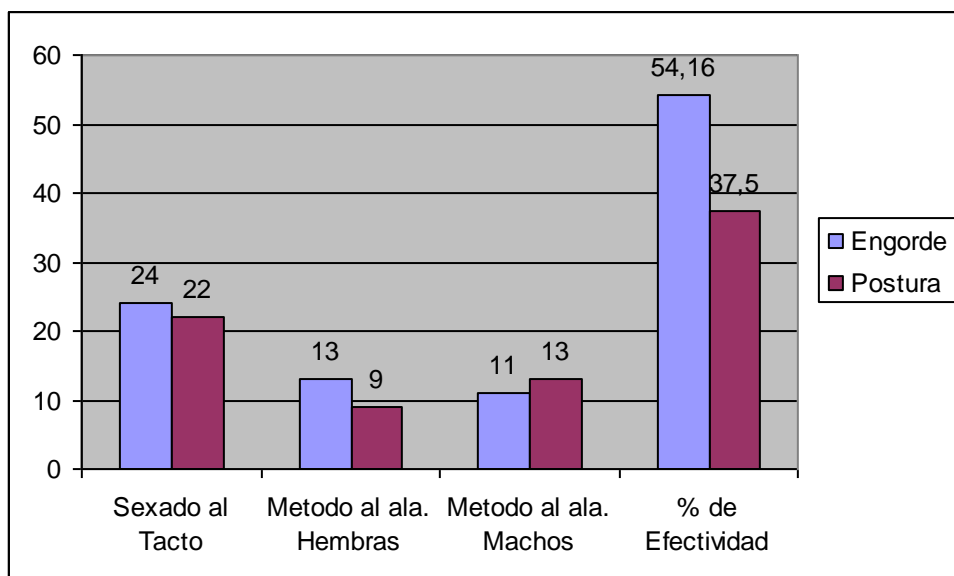


Figura 25. Resultados del sexaje al cascarron y confirmación por el método del ala en aves de engorde y postura hembras y la efectividad del método para agosto-septiembre de 2009.

4.1.3. Tercer mes

Cuadro 8. Resultados del sexaje al cascarron y confirmación por el método del ala en machos, y diferencia para la tercera repetición.

<i>TERCER MES. Del 11 de septiembre al 02 de octubre del 2009</i>					
PROPOSITO	Método de sexado al tacto. Machos	Método de sexado al ala		Cantidad de huevos eliminados*	% de efectividad
		Macho	Hembra		
➤ Engorde	27	17	10	2	62.96
➤ Postura	27	15	12	2	55.55

En la última repetición en machos, se observa que del total de huevos sexados al tacto, de 54 huevos, resultaron 27 machos de engorde y 27 machos de postura; se procedió al momento del nacimiento al sexado al ala, de donde de los 27 machos de engorde sexados al tacto resultaron efectivamente 17 machos pero 10 hembras con un porcentaje de 62.96% y 37.04% respectivamente. A su vez de los 27 huevos de postura sexados al tacto se obtuvo que de ellos fueron 15 machos y 12 hembras con un porcentaje de 55.55% y 45.45% respectivamente.

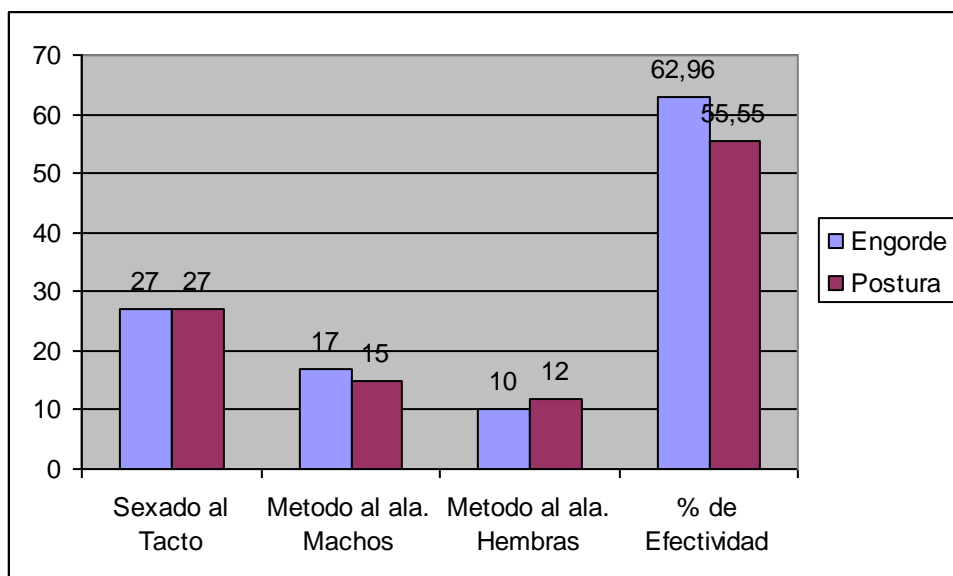


Figura 26. Resultados del sexaje al cascaron y confirmación por el método del ala en aves de engorde y postura hembras y la efectividad del método para septiembre-octubre de 2009.

Cuadro 9: Resultados del sexaje al cascaron y confirmación por el método del ala en hembras, y diferencia para la tercera repetición.

<i>TERCER MES. Del 11 de septiembre al 02 de octubre del 2009</i>					
PROPOSITO	Método de sexado al tacto. Hembras	Método de sexado al ala		Cantidad de huevos eliminados*	% de efectividad
		Hembra	Macho		
➤ Engorde	29	17	12	2	58.62
➤ Postura	28	18	10	1	64.29

Finalmente, se observa en la última repetición de engorde y postura hembras, que del total de las 58 aves, resultaron 29 de engorde y 28 de postura por el método de sexado al tacto. De las aves de postura al realizar el método de sexado al tacto, 17 resultaron hembras y 12 machos, con un porcentaje de efectividad del 58.52% y 41.38 respectivamente. Así mismo, en las aves de engorde, de las 28, se obtuvieron por el otro método, 18 hembras y 10 machos con una efectividad del 64.29% y 35.71 respectivamente.

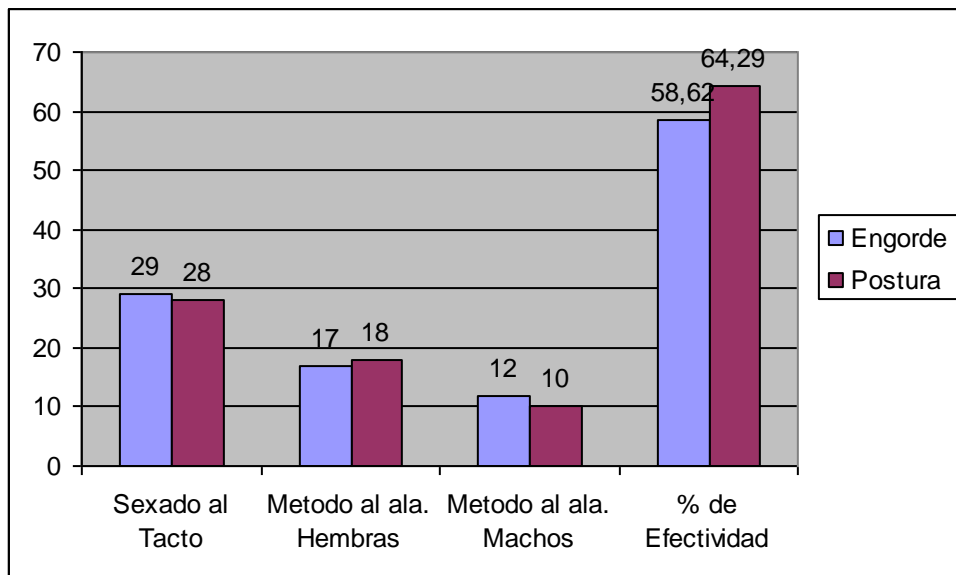


Figura 27. Resultados del sexaje al cascarron y confirmación por el método del ala en aves de engorde y postura hembras y la efectividad del método para septiembre-octubre de 2009.

4.2 Evaluación del cascarron al microscopio.

Se obtuvo que de todos los cascarrones evaluados, se observó que cada uno de ellos es completamente diferente, ninguno es igual, como una huella digital humana; en lo que se refiere a la protuberancia no pudo observarse en ningún cascarron. (fig. y)

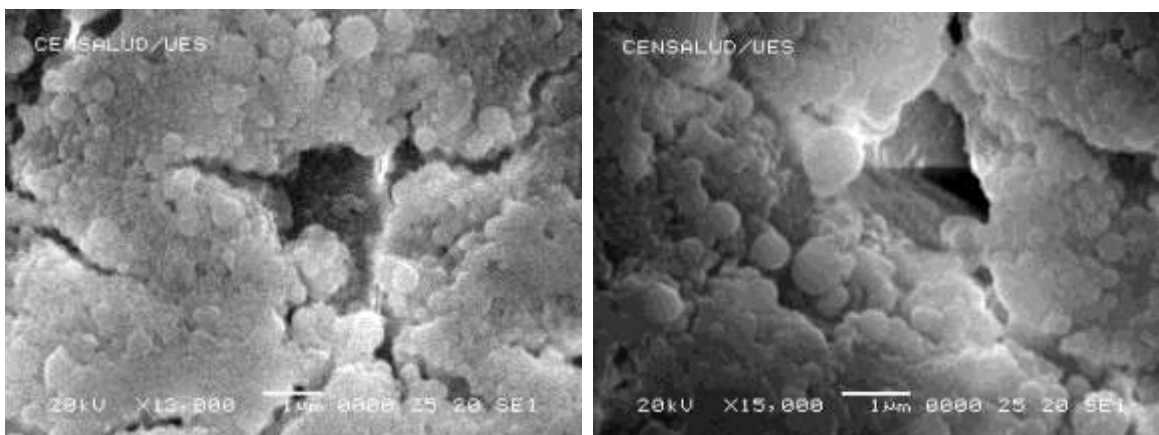


Figura 28. Vista de los poros en el cascarrón de los huevos en estudio.

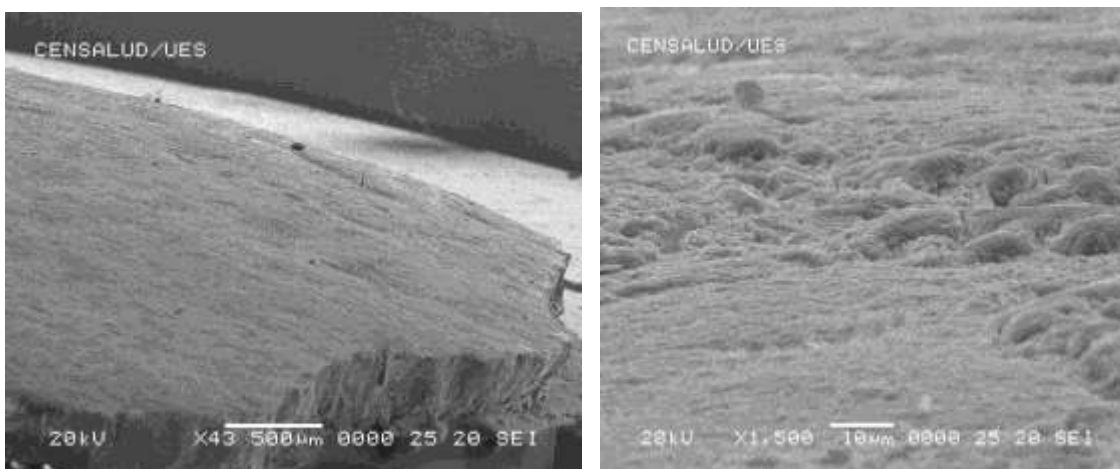


Figura 29. Vista de la superficie del cascaron de dos diferentes muestras.

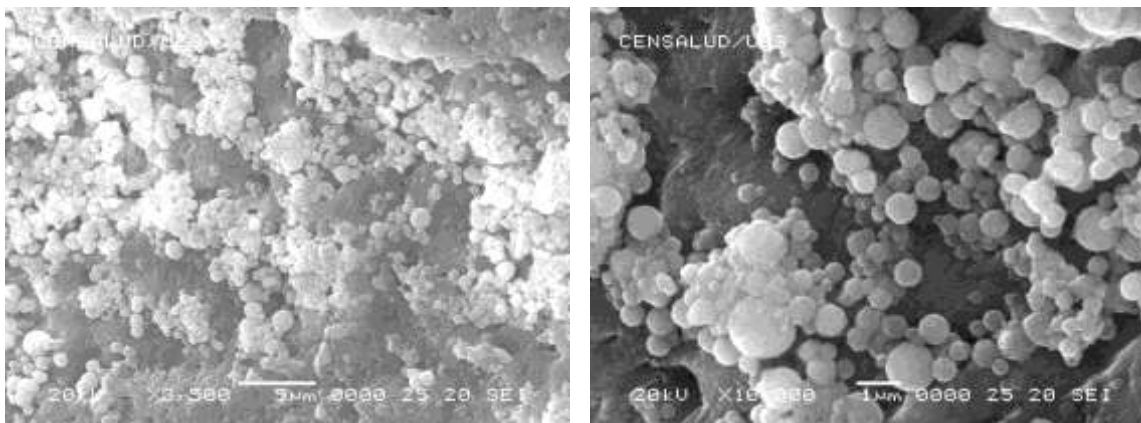


Figura 30. Vista de los agregados de calcio

4.3 Discusión de resultados.

Para la efectividad del método de sexado al tacto del polo más puntiagudo del cascaron del huevo, se obtuvieron promedios generales de las 2 líneas de aves en estudio (Hy Line blanca para postura y Arbor Acres para engorda). De los 120 huevos evaluados por mes, para engorde hubo un resultado de 55.90% (Machos) y otro de 60.92% (Hembras), en lo que se refiere a postura la diferencia no es mucha, fue muy similar el porcentaje, 56.90% (Machos) y un 51.98% (Hembras), estos porcentajes no reflejan la efectividad que se busca en métodos de sexaje al nacimiento, si se quiere ponerlos como referencia. Por ejemplo, el porcentaje que se obtiene al usar líneas de aves autosexables es de 100% y en otro método, el de sexado de las plumas del ala al 1er. día de edad es de 98% según Wilson. Claramente se puede deducir que los resultados de esta investigación son negativos ya que según

expertos como el propio Wilson, Romagosa y otros, el mínimo porcentaje que hubiera posibilitado recomendarlo sería de 85%.

Los reportes de Mulder y Wollan en relación no tanto al sexado al tacto sino a la forma más o menos alargada del huevo, tampoco coinciden con los resultados ya que estos últimos siempre reportan una alta proporción de seguridad de nacimientos de hembras o machos que se acerca al 100%. Igualmente, en ensayos prácticos que se reportan en 2009, se informa que se han alcanzado certezas casi totales al examinar los huevos fértiles por su tamaño y forma. Obviamente al no existir investigaciones científicas con el método que se practicó en el presente trabajo, no se pueden tener como punto de referencia palpable ni exacto ni preciso del método.

Al no existir información o antecedentes acerca del método que pudieran servir de guía, todo lo realizado fue experimental y a la vez indocumentado e inexplorado; actualmente existen 5 tipos de métodos de sexado al nacimiento: instrumental, a la cloaca, autosexado, por color y a las plumas (Wilson, 2001), prácticamente los resultados obtenidos expresan la poca efectividad del método y que se hace necesario seguirlo investigando; además, durante la investigación se manifestó que el dueño de la granja y principal manipulador de los huevos fértiles bajo el método táctil ensayado, lo realizaba más que todo en gallinas criollas y otras especies de aves exóticas, y según su opinión, daban buenos resultados que él mismo había encontrado, cosa que no se encontró en las líneas de aves mejoradas usadas pero que era forzoso utilizar para comprobar la efectividad al día de edad.

Mientras duró todo el proceso de la incubación, no se tuvo ninguna alteración, ya que todos los huevos tuvieron las mismas condiciones, las requeridas de temperatura, humedad, volteo y oxigenación, para completar el desarrollo del embrión hasta que naciera el polluelo (Romagosa, 1963), por ello no se consideró como influencia negativa en el experimento.

Durante todos los meses en los cuales se evaluó el método investigado, no se pueden tomar en cuenta otros métodos antes del nacimiento que existen pero son excesivamente costosos y poco prácticos para los fines de esta experimentación y que fueron descritos en la parte de revisión bibliográfica. Sin embargo, es muy arraigado el concepto y el resultado de los huevos puntiagudos o redondos y su relación con el sexo al nacimiento. Así, los que son de hembras son más redondeados; mientras que los machos son más picudos por lo que tienen

que ser mencionados ya que de una manera u otra pueden influenciar los exámenes táctiles y visuales del ensayo. (Engormix s.f.).

Cuando se evaluó la fertilidad por medio del miraje al ovoscopio, se obtuvieron los datos de la cantidad de huevos que se descartarían por fertilidad, se pudo observar las diferencias entre cada uno de ellos hasta sus posibles causas que los llevaron a no formarse el polluelo, al realizar esta práctica, se encontró que es una ventaja; se puede optimizar la capacidad de las nacedoras y reducir el nivel de contaminación de éstas, al haberse retirado los huevos abortados y contaminados (Del Pino s.f.)

Al evaluar económicamente el método de sexado al cascarron con el sexado al ala, se obtuvo que la diferencia es demasiado baja cuando son pequeñas cantidades de huevos sexados y podría decirse que no tendría mayor influencia en la toma de decisión a la hora de elegir uno de ellos, su diferencia fue de \$0.03, pero cuando son cantidades grandes de huevos a sexar el primer método se vuelve más rentable para el avicultor.

5. CONCLUSIONES

- Al evaluar por medio de la estadística descriptiva el método de sexado al tacto, se llegó a determinar que no puede ser utilizado como un método comercial, debido al bajo porcentaje de eficiencia, el cual es de cerca del 65% promedio en comparación del sexado al ala el cual tiene una eficiencia del 98%.
- Emplear este método en grandes empresas resultaría antieconómico por el poco acierto que tiene y sería un grave desperdicio de tiempo y dinero.
- Con los resultados obtenidos y con toda la información recolectada en el proceso de la investigación, ya se tiene un antecedente muy importante sobre un método de sexado antes del nacimiento, que puede ser utilizado a futuro por los estudiosos del área avícola.
- La observación por medio del ovoscopio fue de gran ayuda para determinar la fertilidad de los huevos ya que con ello se pudo desechar los no fértiles.

6. RECOMENDACIONES

- El método no puede ser recomendado por el poco acierto que este tiene, lo cual sería un grave problema dentro de una explotación avícola. Según las evaluaciones hechas en la investigación con un porcentaje de cerca del 65% de certeza, no cumplió con lo requerido para ser utilizado comercialmente como un método de sexado, que en la actualidad se considera de un 85% como mínimo.
- Se necesita llevar a cabo evaluaciones en diferentes especies de aves, especialmente en gallinas criollas, para comprobar la fiabilidad de este método y de este modo no descartarlo totalmente porque se considera que tiene potencial.
- La presente investigación, debe tomarse como base para futuras averiguaciones en este rubro de incubación, reproducción y sexado avícola, y con ello aumentar más la información sobre esta u otras técnicas que pudieran haber y no ser conocidas.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Agrobit. 1996. el huevo fértil. (en línea) Córdoba. Argentina. Consultado el 11 de septiembre 2008. Disponible en www.agrobit.com/microemprendimientos/cria_animales/avicultura/MI000008av.htm.
2. Avicultura. Bases de la producción de huevo fértil de gallina. (en línea) consultado 20 de abril de 2009. Disponible en www.avicultura.com/libros/RI-C1
3. Bioingentech. 2007. Aves (en línea) Consultado el 11 de septiembre de 2008. Disponible en www.bioingentech.com/.
4. Campos, J.L *et al.* s.f. Departamento de Mejora Genética Animal, Instituto Nacional de Investigación Agraria y Alimentaria. Madrid. España.
5. Castello J.A.1975. Curso de avicultura. Real Escuela oficial y superior de avicultura. Barcelona, España. p. 68
6. Congreso Latinoamericano de Avicultura. 2001. Asociación latinoamericana de avicultura. Guatemala
7. Del Pino, R. Animal Science Department, California.
8. Ebeling, E. 1964. Sexaje de pollitos de un día por el método japonés. Trad M Sacristán. Zaragoza, SP. ACRIBIA. p 49-78.
9. ESAF. (Especialistas en sexaje avícola). 2008. (en línea) Consultado el 31 de Marzo de 2009. Disponible en www.esaf.fr/services_es_
10. Haynes, C. 1990. Cría doméstica de pollos. Limusa. Argentina. p. 298-299
11. Huevos inmaculada. 2007. (en línea) Consultado el 20 de abril de 2009. Disponible en www.huevosinmaculada.com

12. Mainardi, P. 1984. Cría rentable de pollos y gallinas. Editorial de Vecchi. Barcelona, España.
13. Mark O. North. 1984. Tercera Edición Editorial Avi. USA. Manual de Producción Avícola comercial. P. 85.
14. Plot, AF.1968. Incubación y cría de pollos. ALBATROS. Buenos Aires, Argentina. P.: 104-105.
15. Petryk, N E. Alimentación sana. (en línea) Consultado el 31 de marzo de 2009. Disponible en www.alimentacion-sana.com.ar/Informaciones/Chef/Huevos.htm
16. Quintana López, J.A. s.f. México. Departamento de producción animal. Universidad nacional autónoma de México.
17. Ramos, A. C (Universidad Politécnica de Madrid). 2007, Manejo del huevo fértil antes de la incubación. (en línea) Madrid, España. Consultado el 12 de septiembre de 2008. Disponible en <http://ocw.upm.es/produccion-animal/produccion>.
18. Romagosa Villa, J.A. Madrid, Barcelona. Avicultura. Salvat Editores. Primera Edición. 1963.
19. Wikipedia, enciclopedia libre.2008. (en línea) Consultado el 31 de marzo de 2009. Disponible en www.wikipedia.org/wiki/Cáscara_de_huevo.
20. Wilson, H.R. 2001. Avicultura y Producción de Leche (en línea) Montecillo, México. Consultado el 11 de septiembre de 2008. Disponible en www.produccion-animal.com.ar.
21. Yahoo respuestas. 2009. (en línea) consultado el 31 de marzo de 2009. Disponible en www.es.answers.yahoo.com/question/index.

8. ANEXOS

Anexo 1. Penetración de bacterias a través del huevo según la calidad del cascarón.

GE Huevos	Calidad del cascarón	% DE BACTERIAS QUE PENETRAN EL CASCARÓN		
		A ½ hora	A una hora	A 24 horas
1.070	Pobre	34	41	54
1.080	Promedio	18	25	27
1.090	Buena	11	16	21

(Fuente: Sauter citado por, Quintana López 1979)

Anexo 2. Contaminación del cascarón y mortandad del pollito en sus dos primeras semanas de vida.

Condición del nido	Bacterias totales en cascarón	coliformes en cascarón	% Mortalidad 1ª y 2ª semana de vida
Limpio	600	123	0.9
Ligeramente sucio (polvoso)	20,000	904	2.3
Sucio	80,000	1,307	4.1

(Fuente: Muller citado por, Quintana López 1980)

Anexo 3 Resumen de causas de fallos en la incubación.

Problema	Causa probable
Huevos infértiles y muertes tempranas	<p>Deficiente fertilidad de machos y hembras</p> <p>Condiciones de almacenamiento deficientes</p> <p>Almacenamiento prolongado</p>
Muerte en estadio de anillo sanguíneo (12 h)	<p>T^a de incubación muy alta o muy baja</p> <p>Almacenamiento inadecuado</p>
Muerte en estadio de ojo (24 h)	<p>Reproductores viejos</p> <p>Almacenamiento inadecuado</p>
Muerte entre los días 5 y 17	<p>T^a demasiado alta</p> <p>Enfriamiento del huevo</p> <p>Volteo inadecuado</p> <p>Humidificación excesiva o escasa</p> <p>Ventilación inadecuada</p> <p>Problemas nutricionales en reproductores</p>

(Fuente: Pas Reform, Incubation Guide)

Anexo 4 Sexado por las plumas

Emplumado rápido /lento:

K = lento: k = rápido

♂ =Macho: ♀ =hembra

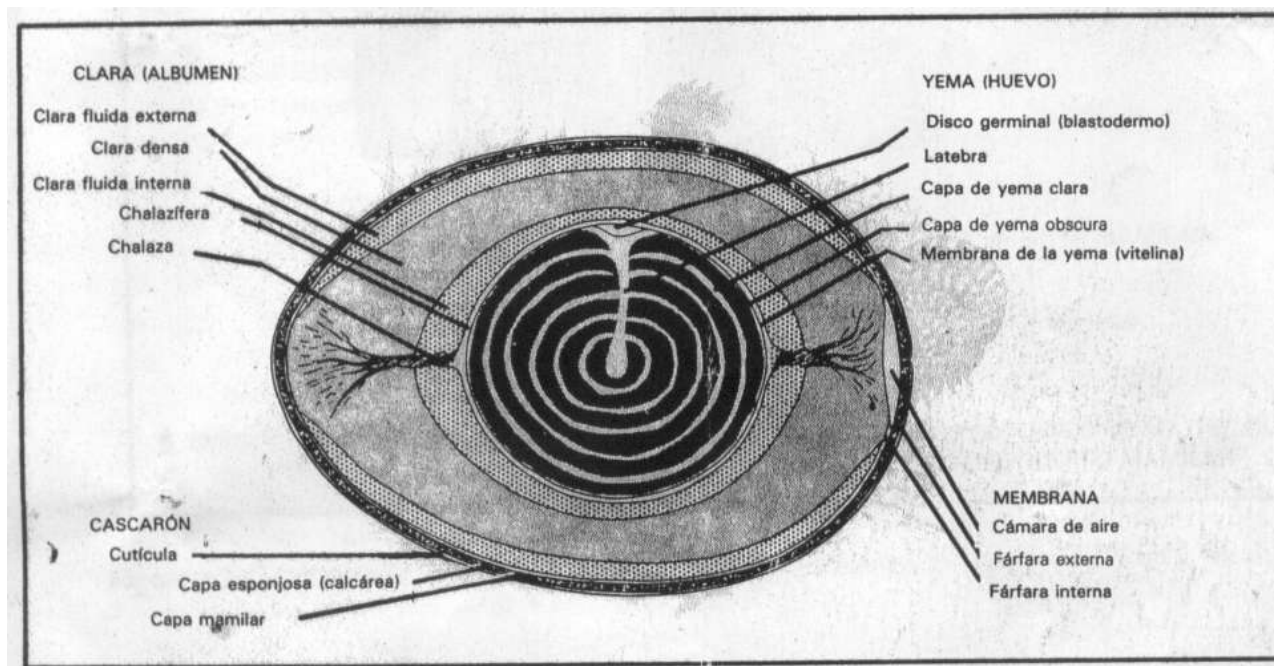
kk ♂(emplumado rápido) X K_♀(emplumado lento)

⇒ Kk ♂ (emplumado lento)

⇒ k_♀ (emplumado rápido)

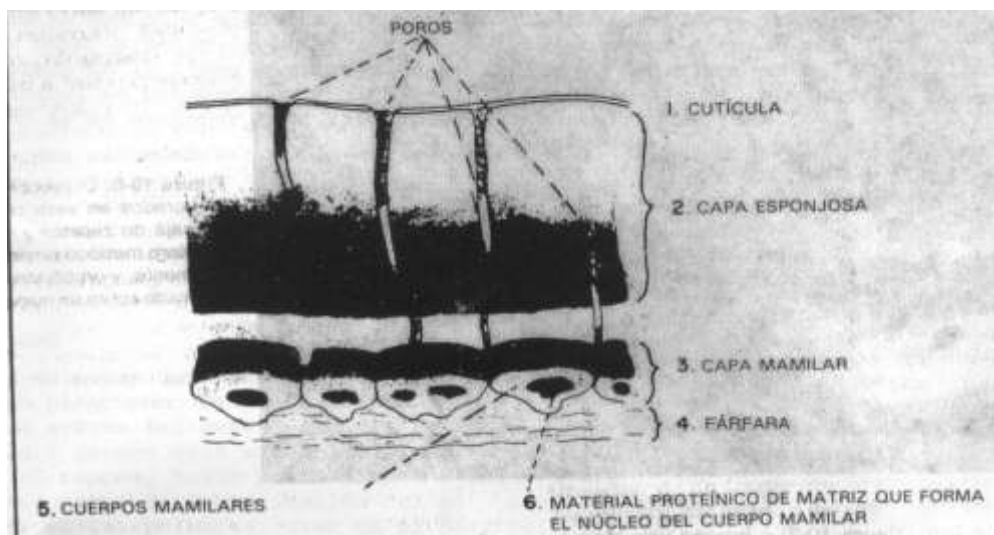
(Fuente: Wilson 2001)

Anexo 5 Las partes del huevo



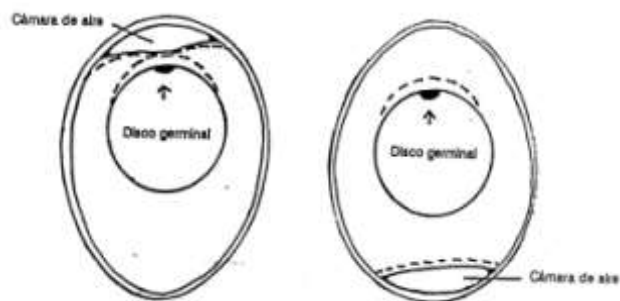
(Fuente: Haynes, 1990)

Anexo 6. Corte radial amplificado del cascarón de un huevo.



(Fuente: Haynes, 1990)

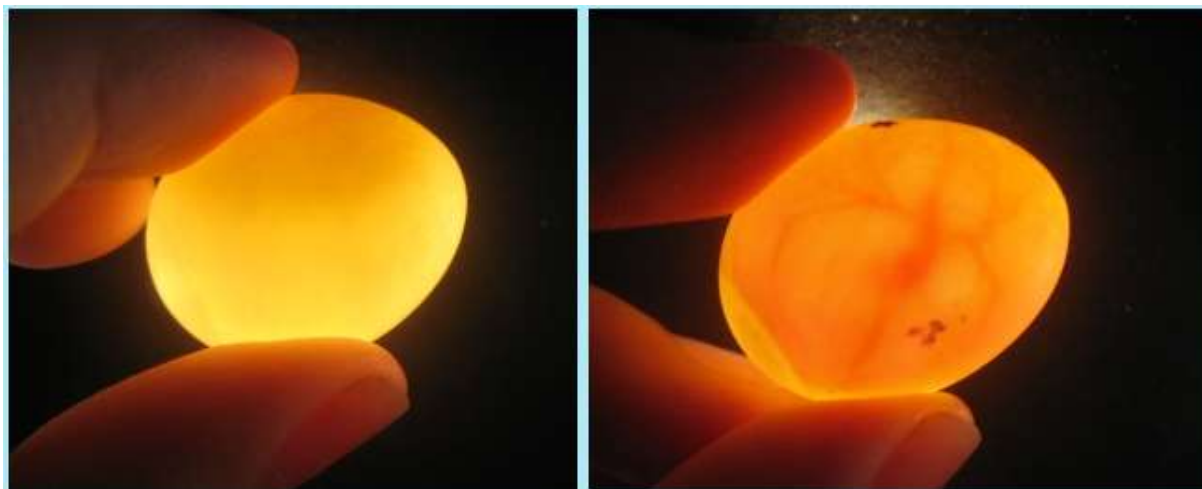
Anexo 7. Efecto de la posición del huevo sobre la situación del disco germinal y la cámara de aire.



Anexo 8. Miraje al ovoscopio.



Anexo 9. Miraje al ovoscopio (Huevo infértil y fértil)



Anexo 10. Incubadora utilizada en el experimento.



