



TRABAJO FIN DE GRADO GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA

Efecto del sexo y de la granja de origen
sobre la distancia de huida en codorniz de
granja cinegética



Autora: Natalia Diego Fuentes

Tutor: Pedro González Redondo

Universidad de Sevilla

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica

Departamento de Ciencias Agroforestales

Mayo de 2017

Índice:

RESUMEN:	1
ABSTRACT:	2
1. INTRODUCCIÓN:	3
2. OBJETIVOS:	7
2.1 Objetivo general	7
2.2 Objetivos específicos.....	7
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA:	9
3.1 La coturnicultura	9
3.2 La codorniz	10
3.2.1 Breve historia	10
3.2.2 Clasificación taxonómica.....	10
3.2.3 Principales tipos genéticos de codornices	11
3.3 Características morfológicas	13
3.4 Distribución geográfica	16
3.5 Hábitat.....	17
3.6 Reproducción:.....	17
3.7 Producción	18
3.7.1 Producción de huevos	19
3.7.2 Producción de carne	19
3.7.3 Producción para sueltas y tiradas	19
3.7.4 Producción cinegética	20
3.8 Instalaciones industriales.....	21
3.8.1 Instalaciones y cría de las reproductoras	21
3.8.2 Instalaciones y cría de pollitos de codorniz	23
3.9 Instalaciones cinegéticas	26
3.11 Repoblación cinegética y sueltas	27
3.11.1 Repoblación cinegética	27
3.11.2 Seltas	28
3.12 Importancia cinegética de la especie:	29
3.13 Calidad cinegética:	30
3.14 Métodos etológicos para la investigación de la calidad cinegética.....	32

3.14.1 Test de aproximación humana	32
3.14.2 Test de predador aéreo.....	32
3.14.3 Test de inmovilidad tónica	33
4. MATERIAL Y MÉTODOS:.....	35
4.1 Características del área de estudio	35
4.1.1 Ubicación de la granja experimental	35
4.1.2 Descripción del lugar de estudio.....	35
4.2 Material experimental.....	36
4.3 Metodología	42
4.3.1 Alojamiento y manejo.....	42
4.3.2 Realización de los ensayos.....	44
4.3.2.1 Distancia de huida ante humanos.....	44
4.3.4 Variables medidas.....	50
4.4 Análisis estadísticos	51
4.4.1 Análisis del peso de los animales utilizados	51
4.4.2 Análisis del test de aproximación terrestre	51
4.4.3 Análisis del test del predador aéreo	52
4.4.4 Análisis del test de inmovilidad tónica.....	53
4.5 Métodos desarrollados en los análisis estadísticos.....	53
4.5.1 Modelo lineal generalizado (GLM)	53
4.5.2 Análisis de la varianza de un factor (ANOVA).....	54
4.5.3 Prueba t para muestras independientes	56
4.5.4 Prueba χ^2 en tablas de contingencia	56
4.5.5 Prueba χ^2 no paramétrica	57
5. RESULTADOS:.....	59
5.1 Análisis del peso de los animales utilizados	59
5.2 Análisis del test de aproximación terrestre.....	60
5.3 Análisis del test de aproximación del predador aéreo	62
6. DISCUSIÓN:.....	69
7. CONCLUSIONES:	77
8. BIBLIOGRAFÍA:.....	79

Índice de tablas:

<i>Tabla 1. Características morfológicas de la Coturnix coturnix coturnix y la Coturnix coturnix japonica. Fuente: elaboración propia a partir de Ballesteros (1998), Dalmau (1994).</i>	15
<i>Tabla 2. Especies con mayor número de capturas en la caza menor de aves. Fuente: MAPAMA (2013).</i>	30
<i>Tabla 3. Aditivos del pienso compuesto (Pienso compuesto completo Aves diversas cría; Piensos Andaluces Equilibrados, S.L., Los Palacios, Sevilla).</i>	43
Tabla 4. Constituyentes analíticos del pienso consumido por las codornices (Pienso compuesto completo Aves diversas cría; Piensos Andaluces Equilibrados, S.L., Los Palacios, Sevilla).	43
<i>Tabla 5. Valores de los pesos de los animales utilizados en los ensayos.</i>	59
<i>Tabla 6. Valores de las variables medidas del test de aproximación terrestre.</i>	60
<i>Tabla 7. Efecto del tipo de codorniz sobre la conducta Vuelo en el test de aproximación terrestre.</i>	61
<i>Tabla 8. Valores de la Primera reacción que se da según el tipo de codorniz y según el sexo para el test de aproximación terrestre.</i>	61
<i>Tabla 9. Proporción de codornices que tuvieron como Primera reacción las conductas Movimiento o Agacharse en el test de aproximación terrestre.</i>	62
<i>Tabla 10. Valores de las variables medidas del test de aproximación del predador aéreo.</i>	63
<i>Tabla 11. Efecto del tipo de codorniz sobre la conducta Vuelo en el test de aproximación del predador aéreo.</i>	64
<i>Tabla 12. Valores de la Primera reacción que se da según el tipo de codorniz y según el sexo para el test de aproximación del predador aéreo.</i>	64
<i>Tabla 13. Proporción de codornices que tuvieron como Primera reacción las conductas Movimiento o Agacharse en el test de aproximación del predador aéreo.</i> ..	65
<i>Tabla 14. Valores de las variables medidas en el test de inmovilidad tónica.</i>	66
<i>Tabla 15. Repetibilidad del número de inducciones y de la duración de la inmovilidad a lo largo de las tres repeticiones del ensayo de inmovilidad tónica.</i>	67

Índice de figuras:

<i>Figura 1. Macho doméstica.</i>	13
<i>Figura 2. Hembra doméstica.</i>	14
<i>Figura 3. Macho (izquierda) y hembra (derecha) cinegéticas.</i>	14
<i>Figura 4. Distribución de la especie Coturnix coturnix en España. Fuente: Carrascal (2003).</i>	16
<i>Figura 5. Ubicación de la granja experimental. Fuente: Google Maps (2017).</i>	35
<i>Figura 6. Jaulas tipo flack-deck.</i>	36
<i>Figura 7. Codorniz doméstica.</i>	37
<i>Figura 8. codorniz de vuelo.</i>	37
<i>Figura 9. Jaula de fuga experimental.</i>	38
<i>Figura 10. Cuna utilizada para el ensayo del test de inmovilidad tónica.</i>	39
<i>Figura 11. Biombo.</i>	39
<i>Figura 12. Cámara y cronómetro.</i>	40
<i>Figura 13. Silueta del depredador halcón peregrino.</i>	41
<i>Figura 14. Vuelo del depredador aéreo.</i>	42
<i>Figura 15. Aproximación terrestre.</i>	45
<i>Figura 16. Accionamiento del vuelo.</i>	46
<i>Figura 17. Vuelo de la silueta.</i>	47
<i>Figura 18. Test de inmovilidad tónica.</i>	48
<i>Figura 19. Inmovilización del animal.</i>	49

RESUMEN:

El trabajo de fin de grado se ha realizado con la finalidad de estudiar aspectos de la respuesta antipredatoria y calidad de fuga de la codorniz de aptitud cinegética. En los últimos años y con motivo de la reducción alarmante de las especies cinegéticas en España, la producción de codorniz cinegética en cautividad se ha difundido espectacularmente. Las criadas en granja tienen menor calidad cinegética que la silvestre, por ello el interés de esta investigación. Uno de los parámetros en el cual nos hemos centrado en la investigación es en la distancia de huida, que es la distancia a partir de la cual, si una persona o un predador se acerca a un animal, dicho animal huye (sale corriendo o levanta el vuelo). Cuanta más distancia de huida, más reactivo y salvaje es el animal, mientras que si la distancia de huida es muy pequeña el animal huye poco o tarde (y podría ser capturado en casos extremos). Para medir la respuesta antipredatoria de las codornices se ha realizado tres ensayos: test de aproximación terrestre, test de aproximación de predador aéreo y un test de inmovilidad tónica. Se ha estudiado el efecto de dos factores sobre la distancia de huida: sexo y tipo de codorniz: codornices domésticas y codornices de vuelo procedente de granja cinegética. Se utilizaron 20 codornices, 10 codornices japonesas y 10 codornices de vuelo. Dentro de cada grupo de 10 codornices existían 5 hembras y 5 machos. Para el test de aproximación terrestre y para el test de aproximación del predador aéreo se midieron cuatro variables. La primera variable fue el *Movimiento*, la mayor distancia a la que realizaba el movimiento ante el predador o humano según el test que estudiemos. Lo mismo con la segunda variable *Agacharse*, se anotaba la distancia mayor a la que el animal se agachaba. La tercera variable fue el *Vuelo*, es decir, la distancia a la cual el animal alzaba el vuelo como respuesta antipredatoria. Y por último la cuarta variable fue la *Primera reacción*, considerada como la mayor distancia a la que el animal realizaba el primer comportamiento de los tres anteriores (*Movimiento*, *Agacharse* y *Vuelo*). Las codornices cinegéticas tuvieron mayor distancia de huida que las codornices domésticas en el test de aproximación terrestre. Las codornices cinegéticas tuvieron la *Primera reacción* a una distancia de 40,40 metros y las codornices domésticas a 25,77 metros. También las codornices cinegéticas para la variable *Movimiento* reaccionaron a mayor distancia que las codornices domésticas 37,38 y 19,59 metros, respectivamente. Y las codornices domésticas alzaron el vuelo a una mayor distancia que las codornices cinegéticas 6,20 y 2,40 metros, respectivamente. En el test de aproximación de predador aéreo no hubo ninguna diferencia en las conductas *Primera reacción*, *Movimiento*, *Agacharse* y *Vuelo*. En cuanto al test de inmovilidad tónica solo hubo diferencias significativas en el sexo para el *Número de inducciones*. Siendo para los machos el *Número de inducciones* de 4,00 y para las hembras de 3,20. La *Duración de inmovilidad* para las codornices cinegéticas fue de 84,53 segundos y para las codornices domésticas fue de 79,37 segundos. Y para concluir podemos afirmar que esta investigación nos ha demostrado la diferencia de respuesta antipredatoria entre las codornices de vuelo de granjas cinegéticas y las codornices japonesas, teniendo mayor respuesta antipredatoria las codornices de vuelo de granjas cinegéticas.

Palabras clave: Codorniz de vuelo, codorniz japonesa, *Coturnix coturnix*, calidad cinegética, granjas cinegéticas, respuesta antipredatoria, inmovilidad tónica, test de aproximación terrestre, test de predador aéreo.

ABSTRACT:

This final degree project work has been carried out with the aim of studying aspects of the antipredatory response and quality of escape of the quail of hunting aptitude. In recent years and due to the alarming reduction of game species in Spain, the production of game quail in captivity has spread spectacularly. The farmed quails have lower game quality than the wild ones, hence the interest of this research. One of the parameters in which we have focused on the investigation is the distance of escape, which is the distance from which, if a person or a predator approaches an animal, said animal flees (runs or raises the flight). The more distance of escape, the more reactive and wild the animal, whereas if the distance of escape is very small the animal flees little or late (and could be captured in extreme cases). To measure the antipredatory response of the quail, three tests were carried out: human approach test, aerial predator approach test and a tonic immobility test. The effect of two factors on flight distance: sex and type of quail: domestic quail and hunting quail has been studied. Twenty quails, 10 Japanese quails and 10 hunting quails were used. Within each group of 10 quails there were 5 females and 5 males. For the human approach test and for the aerial predator approach test, four variables were measured. The first variable was the *Movement*, the greater distance at which a movement was made when the predator or human approached. The same with the second variable *Crouching*, the greater distance was noted at which the animal crouched. The third variable was *Flight*, that is, the distance at which the animal took flight as an anti-predatory response. And finally the fourth variable was the *First reaction*, considered the greater distance when the animal performed one of the three previous behaviours (*Movement*, *Crouch* or *Flight*). Hunting quails had greater flight distance than domestic quails in the human approach test. The hunting quails had the *First reaction* at a distance of 40.40 m and the domestic quail at 25.77 m. Also the hunting quails for the variable *Movement* reacted at a greater distance than domestic quails (37.38 and 19.59 m, respectively). And the domestic quails took flight at a greater distance than the hunting quails 6.20 and 2.40 m, respectively. In the aerial predator approach test there was no difference in the *First Reaction*, *Movement*, *Crouching* and *Flying* behaviours. As for the tonic immobility test there were only significant differences in sex for the number of inductions, being for males the number of inductions of 4.00 and for females of 3.20. The duration of immobility for game quails was 84.53 seconds and for domestic quails was 79.37 seconds. And to conclude, we can state that this research has shown us the difference in game quality among game quail and Japanese quails, with quails from game farms having higher game quality.

Keywords: Hunting quail, Japanese quail, *Coturnix coturnix*, game quality, game farms, antipredatory response, tonic immobility, human approach test, aerial predator test.

1. INTRODUCCIÓN:

La codorniz pertenece al orden Galliformes, familia Fasiánidas, y género *Coturnix*, existiendo varias especies, la más conocida y difundida es la *Coturnix coturnix*. Dentro de esta especie las dos subespecies más representativas son *Coturnix coturnix coturnix*, conocida como la codorniz europea o salvaje (animal silvestre y con aptitud para el vuelo cuando es producido en granja) y la *Coturnix coturnix japonica* conocida como codorniz japonesa o doméstica (aptitud para carne y para puesta), que es la más difundida a nivel mundial (Lázaro *et al.*, 2005). Es valorada por el singular sabor de sus huevos y la carne, y se cría en muchos países del mundo, especialmente a gran escala en China, Japón, Brasil, Francia y España.

A partir del siglo XIX la codorniz japonesa fue importada a Europa como ave de investigación y decorativa alcanzando después gran importancia en la industria avícola. Esta especie fue la que primeramente se domesticó en Japón y que fue introducida más tarde en Estados Unidos y Europa (Fernández y González, 2010).

La codorniz corresponde a una especie altamente aprovechable, ya que presenta una eficiente conversión de alimento en carne y huevos. Posee la capacidad de producir proteína de origen animal de alta calidad, comparable con la mejor producción de pollos de engorde. La codorniz es un ave muy eficiente llegando a producir, en algunos casos, más de un huevo por día (Lucotte, 1990), y comienza la puesta a los 55 días de edad consumiendo alrededor de 40 g/día de alimento. Estas características aunadas al bajo nivel de inversión inicial, hacen de la codorniz un ave muy promisoría para la producción de huevos a bajo costo, cumpliéndose de esta manera con los siguientes objetivos de la producción animal: producción rentable, sustentable y de interés social.

La codorniz es una de las principales especies cinegéticas de España. Las capturas se realizan en pocos días del mes de agosto durante la temporada de caza de la media veda, aunque son variables según las diferentes comunidades autónomas. Su comportamiento migratorio es único entre las aves gallináceas y obliga a plantearse su gestión a escala internacional (Ballesteros, 1998).

El número de capturas/año de aves de caza menor es de 15.375.943 en España. La codorniz es considerada la cuarta especie de ave más cazada con 1.183.662 capturas (MAPAMA, 2013). Esta especie cobra gran importancia, debido principalmente a la despoblación actual de especies de caza que se acentúa cada año, por varios motivos como son la caza sobrecaza y también por las técnicas empleadas en los procesos productivos agrícolas, que hacen que la reproducción y la supervivencia de estas especies cinegéticas sea cada vez más difícil (Dalmau, 1994).

Como consecuencia del incremento de la actividad de caza, la destrucción de su hábitat y la cantidad de depredadores que actúa sobre esta especie, las granjas de cría de codorniz como animal de caza y deporte se han centrado en la explotación de híbridos conseguidos entre la codorniz doméstica y la salvaje. Para la explotación intensiva de la codorniz de vuelo, se cruza la codorniz silvestre con la codorniz japonesa y al unirse diferentes caracteres de las dos subespecies dio lugar a la posibilidad de la cría cinegética en granja para sueltas y para la realización de tiradas.

Cuando se comienza la constitución de un plantel de reproductores se recomienda la utilización de hembras híbridas (50% japonesa y 50% europea). Luego tras un proceso de selección de la F1 y su cruzamiento, se suele proceder a la obtención de animales F2 e incluso trabajar con una tercera generación (F3) del cruzamiento de absorción. Estos

animales presentarán características morfológicas que recordarán bastante a los tipos europeos con ciertos rasgos de las japonesas (Caballero de la Calle y Peña, 1997).

Las aves obtenidas bajo esta modalidad de explotación están sometidas a numerosos problemas de adaptación. Se trata de conseguir, por un lado, la capacidad de puesta suficiente y, por otro, la rusticidad, la vigorosidad, la capacidad de vuelo y el plumaje necesarios para satisfacer la actividad cinegética y para favorecer y consolidar las técnicas de repoblación y suelta (Dalmau, 1994).

En España existen más de 1.400 granjas de codornices (MAPAMA, 2016), parte de las cuales producen codornices de vuelo para la suelta en cotos de caza. La cría en cautividad de la codorniz europea en pureza es difícil por su carácter salvaje (Dalmau, 1994; Caballero De la Calle y Peña, 1997), razón por la que numerosas granjas cinegéticas producen los mencionados híbridos de codorniz europea y codorniz japonesa e incluso en ocasiones se sueltan codornices japonesas (Caballero De la Calle y Peña, 1997).

La suelta de codornices híbridas o domésticas está prohibida por el riesgo de introgresión de genética doméstica en las poblaciones silvestres (Puigcerver *et al.*, 2007) y, además, las codornices híbridas presentan menor calidad cinegética y capacidad de vuelo que las silvestres (Caballero De la Calle y Peña, 1997). Sin embargo, pese a conocerse que la hibridación y la propia cría en cautividad menoscaban la calidad cinegética de la codorniz (Puigcerver *et al.*, 2007) y modifican su comportamiento (Derégnaucourt *et al.*, 2005), aún no se han realizado investigaciones que comparen la calidad cinegética de la codorniz de vuelo producida en granja cinegética y la japonesa doméstica. Por tanto, es de interés acometer investigaciones en este sentido, para lo cual se realiza la presente investigación conducente a comparar la

respuesta antipredatoria de la codorniz de vuelo producida en granja cinegética y la codorniz japonesa doméstica.

2. OBJETIVOS:

2.1 Objetivo general

El objetivo general de esta investigación es evaluar parámetros de calidad cinegética de la codorniz de vuelo producida en granja.

2.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos son evaluar las diferencias de calidad cinegética entre la codorniz japonesa y la codorniz de vuelo procedente de granja cinegética mediante los siguientes ensayos.

1. Reacción de fuga ante humanos.
2. Reacción de fuga ante depredadores aéreos.
3. Respuesta a un test de inmovilidad tónica que mide el miedo.

Para cada objetivo específico se analizará el efecto del tipo de codorniz (japonesa o de vuelo) y del sexo (macho o hembra), dado el dimorfismo sexual de la especie.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA:

3.1 La coturnicultura

La coturnicultura es una rama de la avicultura cuya finalidad es la de criar, mejorar y fomentar la producción de codornices para aprovechar sus productos: huevos, carne, codornaza, entre otros (Vázquez, 2008).

La coturnicultura atrajo en sus comienzos tal interés que algunos autores, como Pérez (1974) llegaron a proponerla como una solución al abastecimiento del mercado de alimentos.

Este tipo de aves presentan una buena rusticidad, precocidad y un gran valor nutritivo de la carne, por lo que la coturnicultura es rentable debido a estas características.

Las codornices tienen una fácil adaptación a diferentes tipos climáticos y condiciones de ambiente, por lo que de ahí le viene su rusticidad. Tienen como característica un rápido desarrollo y dado que sus ciclos de cría y engorde son de un periodo corto, la carne de codorniz es nutritiva y tierna porque se sacrifican a edades jóvenes (Mateos y Grobas, 1993).

La coturnicultura ofrece tres grandes posibilidades que son: producción de carne, producción de huevos y posibilidades de cría de aves para realizar sueltas y tiradas en cotos de caza. Aun podría apuntarse el aprovechamiento de los subproductos, que, en explotaciones masivas, tienen cierto interés, tal como ocurre con la pluma, excrementos y yacija (Pérez, 1974).

3.2 La codorniz

3.2.1 Breve historia

Las aves de especies o subespecies del género *Coturnix* son aves migratorias originarias de Asia, África y Europa. Desde la antigüedad, documentos como la Biblia, hacen referencia a la captura de cantidades grandes de codornices en la ruta migratoria de los egipcios al sur por el Mediterráneo, sin embargo fue en el siglo XI aproximadamente cuando esta ave fue domesticada en China, donde era apreciada por su canto (Grepe, 2001).

La codorniz japonesa fue la primera en domesticarse y explotarse industrialmente, con el paso del tiempo fue importada a Europa efectuándose cruces con la codorniz Europea (Dalmau, 1994).

3.2.2 Clasificación taxonómica

La codorniz tiene la siguiente clasificación taxonómica (Fonseca, 2016):

Reino: Animalia, seres vivos no fotosintéticos, con capacidad de movimientos.

Subreino: Eumetazoa, formados por tejidos gracias a su organización pluricelular.

Filo: Chordata, cordados.

Subfilo: Vertebrata, vertebrados, presencia de columna vertebral.

Infracilo: Gnathostomata, gnatostomos, con mandíbulas articuladas.

Superclase: Tetrapoda, tetrapodos, cuatro extremidades.

Clase: Aves, vertebrados con plumas y alas.

Orden: Galliformes, gallináceas.

Familia: Phasianidae

Género: *Coturnix*.

Especie: *Coturnix coturnix*

Subespecies: *Coturnix coturnix japonica*: Codorniz japonesa.

Coturnix coturnix coturnix: Codorniz europea.

3.2.3 Principales tipos genéticos de codornices

La codorniz como hemos mencionado anteriormente pertenece a la familia Phasianidae, y posee varias razas. En los siguientes apartados nombraremos a los principales tipos genéticos según su finalidad.

3.2.3.1 Codornices productoras de huevos

Las codornices pertenecientes a este tipo de producción son las codornices japonesas. Esta codorniz se caracteriza por su gran precocidad y elevada productividad (Lázaro *et al.*, 2005). La estirpe Isabela se utiliza para puesta. Da unos excelentes resultados muy similares a la codorniz japonesa común u originaria. Pone tanto o más que ésta.

3.2.3.2 Codornices productoras de carne

La estirpe Isabela se utiliza tanto para puesta como para carne. Da unas excelentes canales y unas espectaculares pechugas. Y las codornices japonesas se caracterizan por su alta productividad. Son codornices más pesadas que las codornices cinegéticas (Dalmau, 1994).

El contenido de proteína de la carne de codorniz es el 20% el cual tiende a reducirse después de los catorce a veintiséis días de vida, esto dependerá de la genética del ave. Por otro lado la cantidad de grasa presente en la canal es relativamente baja (Lázaro *et al.*, 2005).

La producción de carne, objetivo fundamental que se persigue en la coturnicultura, así como la de huevos, se basa en seis aspectos (Caballero De la Calle y Peña, 1997):

- Rápida madurez sexual y procreativa (5-6 generaciones/año).
- Enorme capacidad de puesta (300-350 huevos/ave y año).
- Elevados índices de fertilidad y eclosión.
- Bajos índices de transformación.
- Excepcional calidad de la carne, con alto contenido en proteínas y aminoácidos esenciales, muy apreciada por su ternura y escasa infiltración grasa.
- La calidad del huevo, más rico en vitaminas y aminoácidos que el de las gallinas, además de contener la tercera parte de colesterol.

3.2.3.3 Codornices para caza

El colín de Virginia o “Bobwhite” es originario de América del Norte y pertenece a la misma familia que las anteriores pero a distinto género y especie (*Colinus virginianus ridgwayi*). Su explotación es esencialmente para producción cinegética (Lázaro *et al.*, 2005) y en España es una especie alóctona.

En España la producción intensiva se realiza en base a la variedad japónica, mientras que para repoblación de cotos se emplea la variedad europea (Dalmau, 1994).

3.3 Características morfológicas

La codorniz japonesa se diferencia de la salvaje por su mayor corpulencia, alcanzando siempre pesos superiores a los 100 gramos, mientras que, en la europea, el peso varía entre 80 y 100 gramos (Pérez, 1974).

En lo que respecta a los machos, la codorniz silvestre (*figura 3*) tiene las plumas del pecho de un color marrón rojizo más destacado que la doméstica (*figura 1*). Y en el caso de las hembras de la subespecie doméstica (*figura 2*) las plumas de esta zona presentan manchas de color negro y en la especie salvaje tiene las manchas de forma redondeada y de color más pálido (Dalmau, 1994).



Figura 1. Macho doméstica.



Figura 2. Hembra doméstica.

En el caso de la codorniz doméstica los machos son más pequeños que las hembras y en las salvajes también pero es más complicada la identificación ya que no hay mucha diferencia de tamaño (Ballesteros, 1998).



Figura 3. Macho (izquierda) y hembra (derecha) cinegéticas.

Una de las diferencias más marcadas es que la codorniz doméstica no está dotada de canto, y solo el macho emite un pitido que en nada se le parece al de la codorniz salvaje (Pérez, 1974).

Las codornices comunes tienen una longitud aproximada de pico a cola de 17,5 cm y un peso de entre 70 a 155 g. La longitud de la cola es de 31 a 38 mm en machos y 36 a 44 en hembras (Fonseca, 2016).

En la *tabla 1* se muestran las características morfológicas de las subespecies *Coturnix coturnix coturnix* y *Coturnix coturnix japonica*.

Tabla 1. Características morfológicas de la *Coturnix coturnix coturnix* y la *Coturnix coturnix japonica*. Fuente: elaboración propia a partir de Ballesteros (1998), Dalmau (1994).

	Codorniz europea	Codorniz japonesa
Plumas del cuello (macho)	Coloración marrón rojiza constante y acentuada	Coloración difusa
Plumas del cuello (hembra)	Color pálido en manchas redondeadas	Color negro en manchas lanceadas
Longitud del ala (cm)	> 10,5	<10,5
Peso (g)	100-120	150-180
Canto del macho	Reclamo trisílabo siseante uit uituit	Pitido potente y mal sonante
Canto de la hembra	Reclamo doble siseante ueg ueg	Escaso o nulo
Abdomen y tórax	Alargado y estrecho	Ancho y ampuloso
Carne	Roja y fibrosa	Blanquecina y fina
Tipo de vuelo	Ágil y rápido	Pesado, lento y poco energético

3.4 Distribución geográfica

La codorniz salvaje anida en Europa y en sus viajes migratorios del invierno se asienta en África y la India, a diferencia de la japonesa que anida en Japón y migra a Indochina (Dalmau, 1994).

La sequía ha limitado las adecuadas condiciones de estas áreas de invernada y en la actualidad muchas codornices pasan el invierno en las áreas de regadío de Marruecos o incluso en diversas zonas de la Península Ibérica como el Valle del Guadiana o la costa sureste (Ballesteros, 1998).

La codorniz como hemos mencionado anteriormente es ave migratoria, estando presente en España, en primavera y verano (Alamañac, 2012). Se distribuye de forma general por toda la península, Baleares y Canarias ocupando normalmente territorios inferiores a 1.000 m de altitud (Ballesteros, 1998).

En la *figura 4* se muestra un mapa de distribución de la especie *Coturnix coturnix* en España. Indicando la frecuencia de aparición de cada una de ellas en cuadrículas UTM de 10×10 kilómetros dentro de bloques de 50×50.

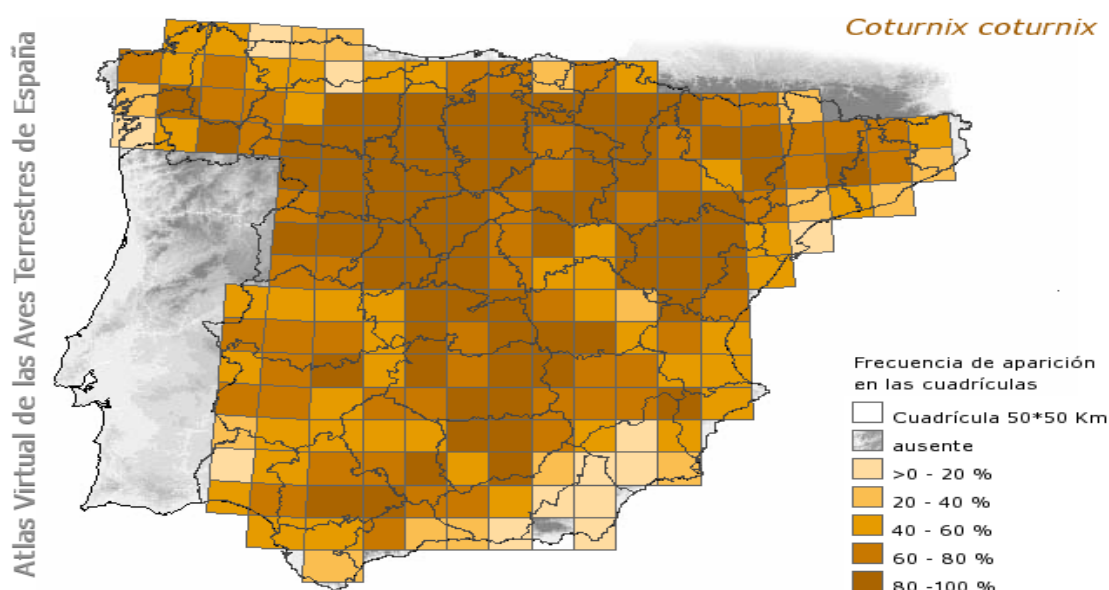


Figura 4. Distribución de la especie *Coturnix coturnix* en España. Fuente: Carrascal y Lobo (2003).

3.5 Hábitat

La codorniz escoge principalmente espacios abiertos, como los cultivos de cereales de invierno, aunque también zonas de cultivo forrajeros como alfalfas (*Medicago sp.*), tréboles (*Trifolium sp.*), pastizales, prados de riego y lugares con cobertura suficiente donde poder alimentarse y protegerse de los depredadores (Carulla, 2007).

Explota el hábitat gradualmente en el espacio y tiempo, ensamblando su llegada y estancia en las zonas, con el ciclo biológico de los cereales, más retrasado a medida que se asciende en latitud y altitud. Así, las zonas de elevada altitud contribuirán en mayor medida a la reproducción de la especie, al contener mayor periodo de estancia y cría, por lo que Puigcerver *et al.* (1999) las consideran zonas claves para la biología reproductora de la codorniz y para su conservación.

Las máximas concentraciones se encuentran en campos de cultivo de la zona mediterránea, llegando a alcanzar densidades superiores a 10 codornices por cada 100 ha (Ballesteros, 1998). Tras la reproducción, y a medida que avanza el verano, suelen abandonar los terrenos más secos y se concentran en zonas de regadío o áreas de mayor humedad ambiental.

3.6 Reproducción:

El intervalo de reproducción de las codornices va desde mayo hasta agosto en Europa (Fonseca, 2016). Los machos llegan a los lugares de reproducción antes que las hembras y comienzan a emitir llamadas para atraerlas.

La actividad sexual de los machos está claramente influida por el ritmo de crecimiento de los vegetales y en las áreas cerealísticas, el momento de máxima intensidad de canto está asociado con el momento en que los cereales se aproximan a su máximo crecimiento (Ballesteros, 1998).

El nido donde cría es un pequeño hoyo en el suelo aprovechando una depresión del terreno que la hembra se encarga de cubrir ligeramente con vegetales. El porcentaje de eclosión de los huevos se sitúa entre el 70-90% y el número oscila entre 6 y 18 huevos (Puigcerver *et al.*, 1999).

Los lazos entre las parejas se rompen en el momento de la incubación, y los machos se desplazan en busca de otras hembras y comienzan a emitir de nuevo su canto. Los que están en buena condición física se reproducen con varias hembras a lo largo de la temporada (Ballesteros, 1998).

3.7 Producción

Para conseguir unos resultados óptimos en producción (Dalmau, 1994) hay que mencionar que la edad aconsejable para empezar un ciclo reproductivo en las reproductoras es de 42-45 días de vida y con una duración media de 5 meses productivos.

Los sistemas de producción se pueden clasificar de acuerdo al criterio de las fases del ciclo productivo que incluya una misma explotación (Pérez, 1974):

- Ciclo cerrado o integral: en el mismo complejo, existen todas las naves, para efectuar todos los procesos productivos.
- Sistema mixto: se llevan a cabo conjuntamente varias facetas dentro del sistema productivo pero sin llegar al sistema de ciclo cerrado.
- Sistema parcial: explotaciones encaminadas a un solo eslabón dentro del ciclo productivo.

3.7.1 Producción de huevos

No es necesaria la presencia de machos, consiguiendo con ello un ahorro económico considerable, por evitar el mantenimiento de los mismos. En este tipo de producción, el sistema de crianza es el mismo que para las reproductoras.

El peso medio del huevo es de unos 10 gramos, lo cual supone el 5 % del peso de la ponedora, algo extraordinario, ya que el huevo de gallina supone aproximadamente el 2 % del peso de la misma (Dalmau, 1994).

3.7.2 Producción de carne

Los sistemas de crianza tienen una importancia fundamental en el desarrollo y robustez del polluelo.

Por tal motivo las instalaciones de la cría de las codornices serán diferentes, según el tipo de sistema empleado en tal crianza, implicando por ello también diferentes técnicas de producción. Más adelante se describe el sistema de producción de los pollitos destinados para carne.

3.7.3 Producción para sueltas y tiradas

La explotación cinegética de las codornices, en comparación con la explotación industrial de las mismas para otras orientaciones productivas, tiene unas características propias que la diferencian, persiguiendo un único objetivo, que es la cría de codornices con criterios cinegéticos, es decir, conseguir codornices buenas voladoras, emplume perfecto, pigmentaciones típicas, con el fin de que lleguen al campo con las mejores condiciones de adaptabilidad al entorno natural (Dalmau, 1994).

Según la experiencia de Dalmau (1994) la cría destinada a la suelta debe hacerse desde un principio con el sistema de cría en suelo pudiendo desde un principio acostumbrarse a andar y volar, antes de pasarlas a los parques y voladeros.

Los parques o voladeros son recintos especiales delimitados, por mallas y redes, pero a la intemperie, destinados principalmente a la aclimatación de las codornices a su hábitat natural.

3.7.4 Producción cinegética

La producción de codorniz para la actividad cinegética puede realizarse de dos maneras: mediante técnicas de producción industrial modificadas y por técnicas de producción en ciclo cerrado.

3.7.4.1 Técnicas de producción industrial modificadas

Se trata de obtener animales a partir de un proceso reproductivo similar al industrial pero con algunas diferencias referentes a la densidad de los reproductores y las formas de cría (Caballero de la Calle y Peña, 1997).

La recomendación del número de reproductoras por jaula es de densidades de 3 a 8, con una relación macho/hembra de 1/2 ó 1/3. La cría de los pollitos se lleva a cabo en jaulas en batería con no más de 4-5 pisos y calefacción individual, situando los animales más jóvenes en las jaulas más elevadas para que tengan una mejor temperatura. Estos animales permanecerán en las jaulas hasta los 30 días, donde posteriormente pasarán a los voladeros o parques de vuelo (Caballero de la Calle y Peña, 1997).

3.7.4.2 Técnicas de producción en ciclo cerrado

Este sistema de producción es similar al anterior, aunque la principal diferencia radica en el manejo de los pollitos desde su nacimiento hasta los 25-30 días de edad cuya densidad será de 50 codornices/m², será en habitaciones accesibles y con ventana de cristal para la vigilancia. Cuando los animales tienen un día de vida son llevados a unos departamentos de cría pasando luego a los parques de vuelo (Caballero de la Calle y Peña, 1997).

3.8 Instalaciones industriales

Existen varios tipos de instalaciones según la función para la que van a ser destinadas dentro del sistema productivo. Por lo que se divide en naves dedicadas a la reproducción, naves de cría, y los parques o voladeros, donde se alojan las codornices que van a ser empleadas para la suelta y repoblación de los cotos de caza.

3.8.1 Instalaciones y cría de las reproductoras

A continuación se describen las naves destinadas a la reproducción, a la cría con sus dos más importantes variedades como son la cría en suelo y en baterías, y por último el sistema empleado para las codornices destinadas a la suelta en cotos de caza.

3.8.1.1 Naves para las reproductoras

Las naves destinadas a la reproducción tienen que estar orientadas en contra de los vientos dominantes (Dalmau, 1994). Toda nave de este tipo de codornices, tiene que incluir la sala principal o parte central donde se alojan las codornices, una antesala y un departamento o sala especial dedicado a la conservación de los huevos una vez recogidos.

Debe disponerse de modo apropiado para instalar jaulas o baterías. Además contará con iluminación, sistema de ventilación, bien sea natural, artificial o mixta y con un sistema fácil de limpieza (Dalmau, 1994).

La instalación en batería es la más adecuada. Existen dos sistemas: la instalación a base de jaulas individuales (machos y hembras separados) y la instalación de baterías para instalar lotes de animales (machos y hembras mezclados).

El primer sistema requiere instalaciones muy costosas y grandes espacios. El alojamiento de reproductores en baterías ha sido estudiado por Pérez (1994) y se recomienda seguir dos tendencias: la de situar 3 hembras y 1 macho por cada nicho o 4 hembras y 2 machos.

3.8.1.2 Nave de incubación

La instalación de la nave de incubación tiene que estar construida de una forma muy funcional con una serie de salas bien diferenciadas, las cuales se enumeran a continuación: sala de descarga de los huevos, sala de triaje, sala de fumigación, sala de conservación o espera, sala de incubación propiamente dicha, donde se encuentran las incubadoras, sala de eclosión o nacimientos donde están las máquinas nacedoras, sala de conteo y selección de los pollitos, y muelle de carga de dichos pollitos; así también tiene que tener una sala de limpieza y desinfección del material empleado en todo el proceso de incubación (Dalmau, 1994).

3.8.1.3 Nave de las ponedoras

La instalación de ponedoras se refiere a la que precisan las hembras destinadas exclusivamente a la puesta de huevos para el consumo (huevos no fecundados). Esta instalación debe hacerse siempre en batería, en lotes de 12 a 25 o 50 animales, aunque hay que tener en cuenta que a lotes más numerosos menor es el rendimiento; es muy recomendable la instalación en lotes de 10 a 12 animales (Pérez, 1974).

La instalación de la nave tiene que estar ubicada en un lugar apropiado, con una buena entrada y salida de vehículos para el transporte de los huevos (Dalmau, 1994).

3.8.2 Instalaciones y cría de pollitos de codorniz

Las instalaciones deben hallarse en lugar alto, evitando la humedad, siendo el peor enemigo para la coturnicultura (Dalmau, 1994). Su orientación en zonas de clima frío, debe ser de tal forma que puedan aprovechar todo lo posible los rayos solares.

La cría de pollitos de codorniz, al igual que la incubación puede ser natural (cría casera por aficionados) o artificial. La cría natural consiste en dejar a los pollitos a cargo de las codornices que la incuben ellas mismas. Sin embargo la cría artificial permite criar mayor número de codornices, criarlas en cualquier época del año (Dalmau, 1994).

Los sistemas de crianza los podemos clasificar en: Cría de pollitos en el suelo, en batería y en parques o voladeros.

3.8.2.1 Nave de primera edad

Los pollitos recién nacidos o de primera edad son aquellos que todavía no han cumplido los quince días de vida.

Las baterías verticales con varios pisos y de construcción totalmente metálica, en general reúnen condiciones muy ventajosas para la instalación industrial y la cría en ciclo continuo sobre suelo tiene la ventaja de permitir ciclos completos sin cambios de local, con manejo muy simple, pero el inconveniente es que hay que calefactar todo el local y evitar el humedecimiento de la cama para evitar la coccidiosis (Pérez, 1974).

Además de las características generales antes citadas, la calefacción es uno de los factores principales a tener en cuenta, ya que la temperatura que tiene que alcanzar los primeros días debe ser de unos 37° C (Dalmau, 1994).

En la construcción de las naves para la cría industrial de las codornices, hay que tener muy presente el sistema de ventilación. Las naves mal ventiladas acumulan exceso de anhídrido carbónico que, por pesar más que el aire, queda en las partes bajas, llegando a formar mortíferas nubes invisibles. Este fenómeno explica que los polluelos alojados a la altura del suelo o en los pisos bajos de las baterías presenten una mortalidad mucho más alta (Pérez, 1974).

3.8.2.2 Nave de segunda edad

Los pollitos de segunda edad son lo que ya tienen entre 15 y 30 días de vida. La nave de segunda edad debe ser contigua a la de primera edad, a fin de facilitar, de este modo, las operaciones de traslado. Debe reunir las mismas condiciones de las naves de primera edad pero siendo mucho menos exigente en cuanto a ventilación y calefacción (Pérez, 1974).

Anteriormente se empleaban dos tipos de baterías, las de primera edad y las de segunda edad o de engorde, pero en la actualidad se hace todo el ciclo productivo en el mismo tipo de baterías (Dalmau, 1994). Las dimensiones de las baterías de segunda edad son de 1 m de longitud por 0,5 m de ancho, con una altura de 0,22 m.

3.8.2.3 Nave de la codorniz de carne (fase de engorde)

La nave de engorde debe estar contigua a la de segunda edad, ya que, de este modo, a partir del día 30, los polluelos pasan a dicha nave para completar su desarrollo y conseguir el acabado (engorde). Esta nave es la que precisa menos exigencias, no solo en cuanto a luminosidad, sino a temperatura y ventilación (Pérez, 1974).

Los animales que llegan a esta nave deben estar sexados, ocupando jaulas distintas machos y hembras (Dalmau, 1994).

La instalación puede hacerse en baterías o en el suelo: en baterías es mucho más racional, aunque el suelo ofrece menos inconvenientes que en la explotación de reproductores. Las baterías de engorde ofrecen el sistema de 100 a 200 animales por metro cuadrado (Pérez, 1974).

En términos generales, la cubicación que ha de tenerse en cuenta en las explotaciones debe ser de este orden: En naves de 3,5 m de alto con longitud de 5 x 5 m pueden instalarse 1.200 animales, que corresponden en cubicación a 0,072 metros cúbicos por animal (Pérez, 1994).

3.9 Instalaciones cinegéticas

Cuenta con una nave para las reproductoras, que se ha de regir por las mismas normas de producción descritas en la cría industrial. Los departamentos de cría y los parques de vuelo suelen estar adosados para facilitar el transporte de los animales. Existirá un edificio destinado a la planta de incubación, en la cual se han de aplicar las mismas normas de manejo descritas en la cría industrial. Esta sala debe estar separada de todas las demás por motivos sanitarios (Dalmau, 1994).

Cuando los animales tienen un día de vida son llevados a unos departamentos de cría. Durante los 7-10 días que debe durar esta fase, la temperatura será de 37 °C. Cuando los animales tienen la edad suficiente y las condiciones ambientales lo permiten, se procede a su inclusión en los parques de vuelo de tal forma que mejoren su adaptación al terreno, permaneciendo en ellos de 30 a 45 días (Caballero de la Calle y Peña, 1997).

3.10 Alimentación

Al igual que las perdices y el resto de las gallináceas silvestres, la dieta de la codorniz es fundamentalmente de origen vegetal. La alimentación en libertad está constituida de granos de cereales, hojas, flores, algunos frutos y también como complemento de su dieta pequeños invertebrados como insectos y larvas (Ballesteros, 1998).

Los programas de alimentación de codornices de carne varían en función del tipo de ave considerado, así como del manejo y las características concretas de las explotaciones. Normalmente en el periodo de cebo se utilizan sólo dos piensos: arranque o primera edad hasta las 2 ó 3 semanas de vida y engorde o acabado a partir de esta edad y hasta las 5-7 semanas. A veces se formulan tres piensos: inicio de 0 a 10 días, crecimiento de 10 a 28 d y acabado de 28 hasta el sacrificio (Lázaro *et al.*, 2005).

Las codornices reproductoras deben estar sometidas a una particular alimentación encaminada, no solo a producir un elevado número de huevos, sino también a incrementar en las mismas el porcentaje de fecundidad y al mismo tiempo, la mayor viabilidad posible de los embriones, así como la vigorosidad de los recién nacidos (Dalmau, 1994).

Las codornices destinadas a la producción de carne tienen que recibir una alimentación encaminada a producir un crecimiento rápido y conseguir una carne exquisita, sana y económica, así como un índice de transformación bajo. El índice de transformación es un dato que nos indica la cantidad de alimento (pienso) necesario para conseguir un kilo de carne (Dalmau, 1994).

La alimentación de codornices destinadas a repoblación tiene que ser diferente a la empleada en la cría para la producción de carne, tiene que ser algo menos proteica, energética y la grasa total tiene que ser bastante inferior que en la alimentación empleada en las codornices de aptitud cárnica. Para que las codornices no se engrasen, sean más esbeltas, y en definitiva tengan mayor facilidad para el vuelo (Dalmau, 1994).

3.11 Repoblación cinegética y sueltas

3.11.1 Repoblación cinegética

Se trata de conseguir recuperar el número de animales de una especie determinada que existían en un área geográfica concreta. En el caso de la codorniz esta práctica se hace complicada teniendo en cuenta el carácter migratorio que posee.

Los animales que se utilizarán serán los mejores de la explotación en cuanto a morfología, resistencia, sanidad, vuelo, habiendo alcanzado la edad adulta (>75 días). El momento más adecuado de la suelta de codornices es el final de la temporada de caza, cuando la población que transita por el campo se reduce y mejoran las condiciones

meteorológicas (Caballero de la Calle y Peña, 1997). Se debe tomar precauciones a la hora de realizar la suelta para que no haya transmisión de enfermedades o provoque la presencia masiva de depredadores. Se hace en grupos pequeños y dispersos realizando seguidamente un control para observar su capacidad de adaptación y supervivencia.

3.11.2 Seltas

La incorporación al campo o a la actividad cinegética de un número elevado de codornices, para su rápida caza recibe el nombre de suelta. Esta práctica está cada vez más extendida entre los cazadores, ya que cada día disponemos de un número inferior de efectivos cinegéticos naturales. Existen tres tipos de técnicas habituales de suelta, existiendo otros métodos más o menos difundidos (Caballero de la Calle y Peña, 1997).

3.11.2.1 Para los cotos de caza

Es la técnica más utilizada, de esta forma se dispone de una gran cantidad de codornices que deben soltarse en un área reducida de terreno de 24 a 48 horas antes de producirse su batida. La zona dispondrá de suficientes refugios para las aves y una dificultad orográfica media para el mejor divertimento del cazador. Es conveniente procurar eliminar todos los efectivos liberados, ya que las condiciones del hábitat no son por lo general muy adecuadas para su supervivencia y mueren de hambre o en las fauces de algún depredador.

3.11.2.2 Para el adiestramiento de perros

Normalmente se trata de mejorar las condiciones cinegéticas de perros jóvenes, o mantenimiento de adultos. Para esta actividad no es necesario un elevado número de estas gallináceas, con 4 o 5, de gran calidad, son suficientes para enseñar al animal los hábitos y características de la especie. Una parte de la técnica se realiza con la codorniz muerta.

3.11.2.3 Para concursos de tiro

Esta práctica toma en la actualidad bastante auge, sustituyendo en parte al clásico tiro de pichón (con palomas), por su mayor dificultad para el tirador (menor bulto del ave y vuelos más rápidos y complicados) y su menor coste. En esta modalidad deportiva se utiliza una máquina para el lanzamiento de la codorniz.

3.12 Importancia cinegética de la especie:

En 2013 se cobraron en España 1.183.662 codornices, que originaron unos ingresos de 1.775.493 euros. La actividad cinegética de esta especie proporciona, por otra parte, unos ingresos complementarios y supone un impulso importante al sector turístico-hotelerero. En total la caza de la codorniz supone un 4,3% de los ingresos respecto a todas las especies cazadas (Caballero de la Calle y Peña, 1997).

En la *tabla 2* se muestran las cuatro especies cinegéticas de caza menor en aves con mayor número de capturas.

Tabla 2. Especies con mayor número de capturas en la caza menor de aves. Fuente: MAPAMA (2013).

Especies	Número de capturas	Peso total (kg)	Peso medio (kg/ud)	Valor (euros)	Precio medio (euros/ud)
Codorniz	1.183.662	142.039	0,12	1.775.493	1,50
Paloma	2.180.567	1.308.340	0,60	3.270.851	1,50
Perdiz	2.558.539	1.023.416	0,40	5.117.078	2,00
Zorzal	6.919.073	631.907	0,10	3.459.537	0,50

3.13 Calidad cinegética:

Experiencias en campo demuestran que con cierta frecuencia se capturan aves de pesos altos que aun son jóvenes y que presentan el sexo indiferenciado, estos animales no pueden ser codornices salvajes, son los híbridos (c. europea × c. japonesa). Éstos son animales más sedentarios y que han perdido la capacidad de vuelo (Caballero de la Calle y Peña, 1997).

Según Pérez (1974) se ha conseguido cruces entre la codorniz europea y la codorniz japonesa (híbridos) enfocados hacia la repoblación, caza, tiradas. La primera generación conseguida entre machos europeos y hembras japonesas reúne condiciones muy favorables. Los resultados son aun mejores cuando se trabaja con codornices procedentes de la F2 y F3 del cruzamiento de absorción.

Por otra parte, no está demostrado el hecho de que estos híbridos no puedan procrear en la naturaleza, ni que hayan perdido totalmente el sentido migratorio. Sobre el primer aspecto tratado, experiencias realizadas en la granja La Poblachuela (Ciudad Real), durante el verano de 1995, demuestran que estos animales cruzados (F2, F3...), son capaces de poner huevos entre el pasto y llegar a incubarlos sacando posteriormente las polladas. La media de huevos por nido fue de 8 y la de pollitos nacidos y criados 5. El

periodo de incubación fue de 18-19 días y las codornices apenas abandonaron el nido para comer (Caballero de la Calle y Peña, 1997).

Estas aves tienen una tasa de mortalidad anual extremadamente alta y un rápido recambio de población con un lapso de vida muy corto. La mortalidad es más alta poco después de que los jóvenes dejan el nido, ciertas estimaciones han revelado que hasta 80% de las codornices solo vivirán un año (Pérez, 2015).

La repoblación e incorporación al medio de estas aves híbridas ha podido solucionar el problema de la caza, pero se desconocen las posibles consecuencias que esta práctica puede acarrear sobre las poblaciones de codorniz autóctona y su patrimonio genético (Caballero de la Calle y Peña, 1997).

La introducción de híbridos puede tener un gran efecto en la estructura genética y en el estado de conservación de estas poblaciones o especies nativas (*Coturnix coturnix*), pudiendo causar la extinción de la especie (Chazara *et al.*, 2009).

La introgresión de genes domesticados de codornices japonesas en poblaciones silvestres de codorniz común podría afectar la expresión fenotípica de rasgos funcionales, como el tamaño del cuerpo, los colores de las plumas, las llamadas sexuales y los comportamientos migratorios. Por lo tanto, la repoblación con codornices no nativas criadas en cautividad está prohibida (Barilani *et al.*, 2005).

3.14 Métodos etológicos para la investigación de la calidad cinegética

3.14.1 Test de aproximación humana

El test de aproximación humana o test de aproximación terrestre es un análisis que se realiza para evaluar las respuestas antipredatorias en animales. El fundamento de esta prueba es que la persona simula ser un predador que se aproxima caminando, provocando en el animal reacciones de huida. Las reacciones de miedo y los intentos de escapar, son típicas de todas las especies. La manipulación en fases tempranas del periodo de cría tiene una gran influencia en la forma de actuar en un futuro frente al ser humano.

El contacto con el hombre durante los dos primeros meses de vida influye en la respuesta de huida del animal. Se observa que la ausencia de contacto visual con el hombre durante las 48 h después de la eclosión en perdiz roja, causa temor en aves de 2 meses de edad. Por el contrario, los sujetos que estaban en contacto visual con el hombre durante las 48 h después de la eclosión no muestran esta tendencia a escapar frente a él (Csermely *et al.*, 1983).

La respuesta a los predadores terrestres implica reacciones más activas como el movimiento y vuelo. Los comportamiento antipredadores varían según el sexo en muchas especies de aves (Binazzi *et al.*, 2011).

3.14.2 Test de predador aéreo

El test de predador aéreo es una prueba frecuente que se realiza para medir el comportamiento o respuesta antipredatoria en animales. Se realiza con el predador real o con simulaciones como siluetas u objetos que simulan al predador.

Las reacciones de las aves ante un predador aéreo son principalmente el agacharse y congelarse. De hecho, es una estrategia eficaz ya que su entorno son espacios abiertos

con arbustos que usan de camuflaje para esconderse o pasar desapercibidos ante el predador (Binazzi *et al.*, 2011).

Las reacciones de huida y la distancia de escape o huida varía según el origen de las codornices y el método de crianza por el ser humano.

3.14.3 Test de inmovilidad tónica

Una de las pruebas de medida de respuestas antipredatorias y de medida del miedo más comunes para las aves de corral como la codorniz, es la prueba de inmovilidad tónica. El fundamento de la prueba de inmovilidad tónica es que el experimentador simula ser un predador provocando con ella una respuesta antipredatoria consistente en "simular la muerte". El animal se hace el muerto para poder escapar cuando el predador se relaja o se despista. Existen demostraciones de que aves como las codornices se aprovechan de esta técnica para escaparse (Forkman *et al.*, 2007).

La inmovilidad tónica es una respuesta al miedo. Esta respuesta la presentan varios animales incluyendo lagartos, aves y conejos. Puede durar desde segundos hasta varias horas. Se ha demostrado que la inducción de la codorniz a la técnica de inmovilidad tónica tiene como consecuencias problemas en la frecuencia cardiaca del animal. Teniendo que sacrificarlo una vez realizada la prueba (Valance *et al.*, 2008).

4. MATERIAL Y MÉTODOS:

4.1 Características del área de estudio

4.1.1 Ubicación de la granja experimental

El estudio se realizó en la Granja Didáctico-Experimental de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica de la Universidad de Sevilla, ubicada en la provincia de Sevilla, en el campus de la Universidad Pablo de Olavide (*figura 5*).

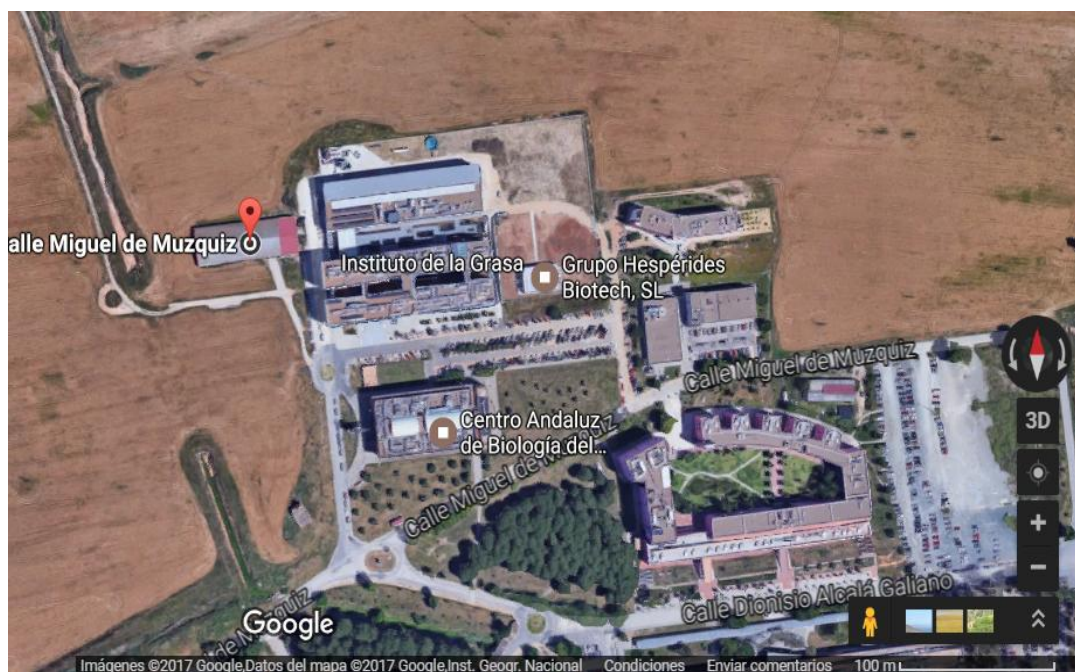


Figura 5. Ubicación de la granja experimental. Fuente: Google Maps (2017).

4.1.2 Descripción del lugar de estudio

La Granja Didáctico-Experimental de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica de la Universidad de Sevilla se dedica a la crianza de distintos animales para algunas asignaturas del área de Producción Animal del Departamento de Ciencias Agroforestales, así como para la realización de Trabajos Fin de Grado y Tesis Doctorales. Cuenta con secciones Avícola y Cunícola.

4.2 Material experimental

- *Jaulas tipo flat-deck*: Las codornices estaban alojadas en jaulas de tipo flat-deck (*figura 6*), con varios departamentos, colocadas a 70 cm de altura. Las dimensiones de cada departamento son las siguientes: 18 cm de altura, 40 cm de longitud y 34 cm de ancho. En cada jaula se instalaron un comedero tipo canal y un bebedero tipo cazoleta.



Figura 6. *Jaulas tipo flat-deck.*

- *Material animal*: Se emplearon en total 20 codornices, dividiéndolas en dos tratamientos: 10 codornices de vuelo criadas en granja cinegética (*figura 8*) y las 10 restantes codornices japonesas o domésticas de estirpe Isabela (*figura 7*). En cada grupo de 10 codornices, 5 eran machos y 5 hembras.

Las codornices fueron adquiridas (adultas de más de seis semanas de edad) en dos granjas distintas: en una granja cinegética (codorniz de vuelo) llamada Percofan (Archidona, Málaga) y en una granja de codorniz doméstica (japonesa), Granja Santa Isabel (Córdoba).



Figura 7. Codorniz doméstica.



Figura 8. Codorniz de vuelo.

- *Jaula de fuga experimental:* Construida de malla metálica soldada con dimensiones de 50 cm de altura, 60 cm de longitud y 20 cm de ancho donde se alojaba al animal para algunos experimentos (*figura 9*).



Figura 9. Jaula de fuga experimental.

- *Cinta métrica:* Construida de papel de unos 80 metros aproximadamente.
- *Cuna:* Construida con listones de madera, de longitud 25 cm y ángulo de 90° (*figura 10*). Donde era colocado el animal para el ensayo del test de inmovilidad tónica.

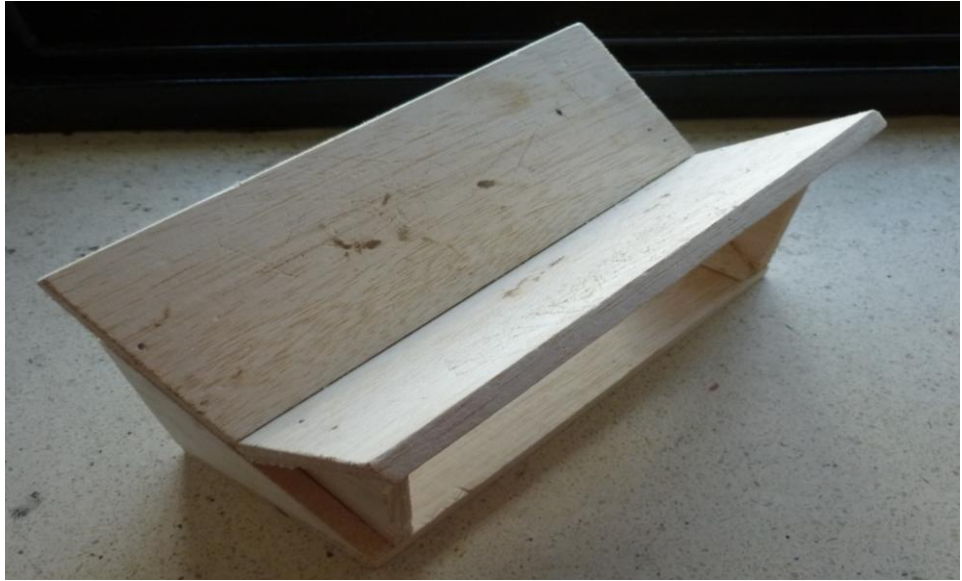


Figura 10. Cuna utilizada para el ensayo del test de inmovilidad tónica.



Figura 11. Biombo.

- *Biombo*: Construido de corcho blanco (poliestireno expandido) contando con tres hojas de dimensiones 2 metros de alto y 1 metro de ancho cada una. Se realizó un corte para una ventana de altura 25 cm y anchura de 40 cm (*figura 11*).
- *Cámara de video*: Se grabaron todas las repeticiones de cada experimento con una cámara de video (*figura 12*), Panasonic Lumix modelo DMC-FS35 (Panasonic Corporation, Kadoma Osaka, Japón).
- *Cronómetro*: Para controlar el tiempo de cada experimento y prueba específica (*figura 12*).



Figura 12. Cámara y cronómetro.

- *Silueta:* Se construyó con corcho blanco y forrada de cinta aislante de color marrón una silueta de una especie depredadora de la codorniz, el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), con dimensiones 60 cm de longitud y 90 cm de envergadura con las alas desplegadas (*figura 13*). La silueta se fijó a una cruceta de madera en cuyos extremos transversales se colocaron cáncamos para sujetar la misma a los cables de guía y en cuyos extremos longitudinales se dispusieron otros cáncamos para el paso del cable que accionaba el vuelo.



Figura 13. Silueta del depredador halcón peregrino.

- *Instalación para volar la silueta del depredador aéreo:* Para volar la silueta del predador alado, se construyó una instalación con las siguientes características. Se colocó tres cáncamos a 2 metros de altura en la pared que se encontraba detrás de la jaula de experimentación, donde pasamos tres cables, dos en los extremos de la maqueta separados 70 cm para que guiaran su vuelo, y uno en el centro para accionar el vuelo mediante un sistema de polea. A 15 metros de distancia de la pared se colocó un soporte portátil de 2 m de altura desde donde se hacía volar la silueta hacia la jaula de experimentación (*figura 14*).



Figura 14. Vuelo del depredador aéreo.

4.3 Metodología

4.3.1 Alojamiento y manejo

Para la experimentación, se dividió a los animales por su sexo. Cada ave fue alojada individualmente en una jaula, intercalando hembra y macho sucesivamente. Los animales dispusieron de agua y pienso compuesto *ad libitum* cuyas características se muestran en las *tablas 3 y 4*. El régimen de iluminación fue natural.

Tabla 3. Aditivos del pienso compuesto (Pienso compuesto completo Aves diversas cría; Piensos Andaluces Equilibrados, S.L., Los Palacios, Sevilla).

Aditivos		
Enzimas	Endo-1.3 (4) beta-glucanasa (EC3.2.1.6) (E-1601)	100,00 IU/kg
	Endo-1,4-beta-xilianasa (EC 3.2.1.6) (E-1604)	70,00 IU/kg
Ligantes/Antiaglomerantes	Sepiolita (E-562)	2,54 g/kg
Oligoelementos o compuestos de oligoelementos	Cobre (sulfato cúprico pentahidratado) (E-4)	8 mg/kg
	Zinc (Quelato de zinc de aminoácidos hidratado) (E-6)	20,00 mg/kg
	Hierro (sulfato ferroso monohidratado) (E-1)	40,00 mg/kg
	Manganeso (óxido de manganeso) (E-5)	70,00 mg/kg
	Selenio (Selenio sódico) (E-8)	0,10 mg/kg
	Zinc (óxido de zinc) (E-5)	60,00 mg/kg
Antioxidantes	Butihidroxitolueno (BHT) (E-321)	4,00 mg/kg
Colorantes	Cantaxantina (2a161g)	5,00 mg/kg
Conservantes	Acido fórmico (E-236)	3,15 mg/kg
	Acido propiónico (E-280)	3,00 mg/kg
Vitaminas, provitaminas y sustancias químicamente definidas de efecto análogo	Vitamina A (3a672a)	15.000,00 UI/kg
	Vitamina D3 (E-671)	2.500,00 UI/kg
	Vitamina E (3a700)	15,00 mg/kg

Tabla 4. Constituyentes analíticos del pienso consumido por las codornices (Pienso compuesto completo Aves diversas cría; Piensos Andaluces Equilibrados, S.L., Los Palacios, Sevilla).

Componentes analíticos (%)	
Almidón	31,42
Proteína bruta	21,5
Humedad	11,31
Ceniza bruta	6,73
Fibra bruta	6,72
Aceite y Grasas Brutos	3,45
Calcio	1,18
Lisina	0,95
Fósforo	0,78
Metionina	0,44
Sodio	0,16

4.3.2 Realización de los ensayos

Se realizaron tres ensayos, con tres repeticiones cada uno. Analizaron la influencia de los factores tipo de codorniz (de vuelo o japonesa: tratamientos "Cinegética" y "Doméstica", respectivamente) y sexo (macho o hembra) sobre las respuestas en los siguientes ensayos:

- Distancia de huida ante humanos. Midieron a qué distancia inicia el ave la reacción de fuga cuando un humano se aproxima en línea recta (Csermely *et al.*, 1983).
- Reacción de fuga ante predadores aéreos. Evaluaron la conducta antipredatoria ante la aproximación de una maqueta de halcón peregrino que se hizo volar en línea recta hacia el ave a 2 m de altura (Binazzi *et al.*, 2011).
- Test de inmovilidad tónica. Evaluaron las reacciones de miedo de las aves, y consistió en medir el tiempo que el ave permanece inmóvil cuando se coloca sobre su dorso (Forkman *et al.*, 2007).

4.3.2.1 Distancia de huida ante humanos

El método utilizado para realizar el ensayo a cada animal fue el siguiente:

Se desplegó la cinta métrica desde la jaula de experimentación, colocada al final de la nave de la granja Didáctico-Experimental, hasta una distancia de 50 m. Posteriormente se colocó el biombo a esos 50 m de distancia de la jaula de experimentación donde atrás se encontraba una mesa de trabajo y los humanos escondidos. Una vez montada la instalación experimental, se introdujo una codorniz en la jaula de experimental y se iniciaba el ensayo.

Se pulsó el cronómetro y la cámara de video, situada al lado de la jaula, a la vez. Avanzábamos hacia el biombo y permanecíamos ahí durante 10 minutos. Este tiempo establecido es el mínimo conveniente para que el animal se calme y se relaje después de haberlo introducido en la nueva jaula. Transcurridos los 10 minutos de espera, el humano salía detrás el biombo y caminaba hacia la jaula de experimentación a 1 m/s aproximadamente, observando y anotando las reacciones del ave (*figura 15*). Se filmó el comportamiento del ave para contrastar las anotaciones del observador y para elaborar el etograma.



Figura 15. Aproximación terrestre.

4.3.2.2 Reacción de fuga ante predadores aéreos

Se desplegó la cinta métrica desde la jaula de experimentación hasta 15 metros de distancia de la misma, donde se encontraba un soporte portátil, y a continuación se montó la estructura para volar la maqueta tendiendo los cables entre la pared y el soporte móvil situado a la distancia mencionada.

En este caso el biombo estaba situado a unos 3 metros de la jaula de experimentación y en una posición que permitía controlar el vuelo de la maqueta y la reacción del ave simultáneamente. Se observó por la ventana al animal y a la silueta cuando comenzaba a volar aproximándose a la jaula de experimentación. En este caso una persona se colocó detrás del biombo actuando como observador y la otra detrás del soporte portátil para hacer volar la silueta mediante el izado de la cuerda de accionamiento (*figura 16*).



Figura 16. Accionamiento del vuelo.

Una vez realizado todo el montaje, se realizó el ensayo, colocando a la codorniz en la jaula de experimentación. Se pulsó la cámara de video y el cronómetro a la vez; antes de accionar el vuelo de la silueta se esperaba 10 minutos para que el ave se tranquilizase. Una vez pasado este tiempo se hacía volar la silueta hacia el animal a 1 m/s aproximadamente (*figura 17*), y el observador anotaba las reacciones del animal. Posteriormente, se analizaba también un video para contrastar la información registrada por el observador y para completar el etograma.



Figura 17. Vuelo de la silueta.

4.3.2.3 Test de inmovilidad tónica

En un aula que contiene la nave de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica se realizó el último ensayo, el test de inmovilidad tónica (*figura 18*).



Figura 18. Test de inmovilidad tónica.

Utilizábamos una mesa de apoyo donde se posicionó la cuna. Se tomó a cada codorniz individualmente y se colocó en la cuna. Mientras que un operador cronometraba, anotaba y observaba el otro realizaba el test de inmovilidad tónica colocando al animal boca arriba. Colocaba una mano en el cuello del animal y otra en el pecho.

Se establecieron unos tiempos para realizar esta prueba. Se siguieron los siguientes criterios:

1. Inmovilización del animal: 10 segundos. El experimentador inmovilizaba al animal con una ligera presión en el cuello y abdomen (*figura 19*).



Figura 19. Inmovilización del animal.

2. Considerar válida la prueba: 25 segundos. Tras los 10 segundos de inmovilización forzada, se liberaba el animal y se cronometraba el tiempo que el animal permanecía inmóvil antes de incorporarse. La prueba de inmovilidad se consideraba válida si el ave permanecía inmóvil al menos 15 segundos desde la liberación.
3. Número de intentos: El número máximo de intentos que se realizó fue de 5. Si al quinto intento el ave no permanecía inmóvil se terminaba la prueba y se consideraba una duración de cero segundos.

4. Interrupción de la prueba: El tiempo total que el animal permanecía inmóvil era un máximo de 315 segundos. Si el animal llegado a este tiempo no se incorporaba, se interrumpía la prueba y se consideraba la duración de la prueba 300 segundos (es decir, 315 segundos a los que se descontaba el tiempo de los primeros 15 segundos de inmovilidad).
5. Sin interrupción de la prueba: El animal se incorporaba solo antes del tiempo máximo. Se anotaba esa duración máxima.

4.3.4 Variables medidas

Las variables medidas en los ensayos de aproximación terrestre y predador aéreo fueron:

- Distancia al primer movimiento del ave (variable *Movimiento*).
- Distancia al primer reflejo de agacharse (variable *Agacharse*).
- Distancia al primer intento de vuelo (variable *Vuelo*).
- Distancia a la primera reacción de las tres anteriores mencionadas (variable *Primera reacción*).

Las variables en el test de inmovilidad tónica fueron:

- Números de intentos necesarios para inducir la inmovilidad (variable *Número de intentos*).
- Duración de la inmovilidad en segundos (variable *Duración de la inmovilidad*).

4.4 Análisis estadísticos

Las diferencias en las respuestas a dichos test se analizaron mediante GLM, ANOVA, prueba t para muestras independientes, pruebas de χ^2 en tablas de contingencia y pruebas χ^2 para una muestra. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el paquete estadístico SPSS 15.0 (SPSS Inc., 2006). Obtuvimos los valores de las medias, EEM (error estándar de la media) y el P-valor.

4.4.1 Análisis del peso de los animales utilizados

Para analizar las diferencias de peso entre tipos de codornices y según el sexo se aplicó un modelo lineal generalizado (GLM) con dos factores (tipo de codorniz y sexo) y su interacción.

4.4.2 Análisis del test de aproximación terrestre

Para el análisis del test de aproximación terrestre se realizó un modelo lineal generalizado (GLM) sobre las variables dependientes (*Primera reacción*, *Movimiento* y *Agacharse*) con el tipo de codorniz y el sexo como factores, analizándose su interacción.

Y para la cuarta variable, *Vuelo*, se analizó las diferencias entre tipos de codorniz mediante pruebas t para muestras independientes.

Para analizar la diferencia en la proporción de casos en que la primera conducta es *Movimiento* o es *Agacharse* según el tipo de codorniz o según el sexo, se realizaron pruebas χ^2 en tablas de contingencia, con la corrección de Yates por continuidad al ser tablas de 2x2.

Para analizar si la proporción de conductas *Movimiento* fueron diferentes o no de la de *Agacharse* (independientemente del tipo de codorniz o del sexo), se realizó una prueba no paramétrica χ^2 para una muestra.

4.4.3 Análisis del test del predador aéreo

Para el análisis del test del predador aéreo, se procedió exactamente igual que en el test de aproximación terrestre. Las tres variables dependientes (*Primera reacción*, *Movimiento* y *Agacharse*) se analizaron mediante un modelo lineal generalizado con los factores tipo de codorniz, sexo y su interacción. Y para la cuarta variable, *Vuelo*, se analizó las diferencias entre tipos de codorniz mediante pruebas t para muestras independientes.

Para analizar la diferencia en la proporción de casos en que la primera conducta es *Movimiento* o es *Agacharse* según el tipo de codorniz o según el sexo, se realizaron pruebas χ^2 en tablas de contingencia, con la corrección de Yates por continuidad al ser tablas de 2x2.

Para analizar si la proporción de conductas *Movimiento* fueron diferentes o no de la de *Agacharse* (independientemente del tipo de codorniz o del sexo), se realizó una prueba no paramétrica χ^2 para una muestra.

4.4.4 Análisis del test de inmovilidad tónica

Los análisis del test de inmovilidad tónica fueron:

Se realizó un primer análisis mediante un modelo lineal generalizado (GLM). Las variables dependientes fueron el número de inducciones y la duración de la inmovilidad.

Los dos factores fueron el tipo de codorniz y el sexo y se analizó su interacción.

Un segundo análisis consistió en un análisis de la varianza de un factor (ANOVA), cuyas variables dependientes en este caso fueron el número de inducciones y la duración de la inmovilidad y el factor fue el número de repetición del ensayo. Este análisis se realizó para determinar si hubo constancia en la respuesta al test de inmovilidad tónica a lo largo de las sucesivas repeticiones.

4.5 Métodos desarrollados en los análisis estadísticos

4.5.1 Modelo lineal generalizado (GLM)

El modelo lineal generalizado (GLM) es una generalización flexible de la regresión lineal ordinaria. Relaciona la distribución aleatoria de la variable dependiente en el experimento con la parte sistemática a través de una función (Muñoz, 1993).

En un GLM, se asume que la variable dependiente Y está generada por una función de distribución de la familia exponencial. La media μ de la distribución depende de las variables independientes X , a través de la fórmula:

$$E(Y) = \mu = g^{-1}(X\beta)$$

donde:

- $E(Y)$ es el valor esperado de Y .
- $X\beta$ es una combinación lineal de parámetros desconocidos β .
- g es la función de enlace.

Con esta notación, la varianza es típicamente una función V de la media:

$$\text{Var}(Y) = V(\mu) = V(g^{-1}(X\beta))$$

Es conveniente si V proviene de una distribución en la familia exponencial, pero podría simplemente ser que la varianza es una función del valor ajustado. Los parámetros desconocidos β β son generalmente estimados por máxima verosimilitud, máxima cuasi-verosimilitud, o técnicas de inferencia bayesiana.

El GLM consiste de tres elementos:

1. Una función de distribución f , perteneciente a la familia exponencial.
2. Un predictor lineal $\mathbf{n} = X\beta$.
3. Una función de enlace g tal que $E(Y) = \mu = g^{-1}(n)$.

4.5.2 Análisis de la varianza de un factor (ANOVA)

El análisis de la varianza permite contrastar la hipótesis nula de que las medias de K poblaciones ($K > 2$) son iguales, frente a la hipótesis alternativa de que por lo menos una de las poblaciones difiere de las demás en cuanto a su valor esperado. Este contraste es fundamental en el análisis de resultados experimentales, en los que interesa comparar los resultados de K 'tratamientos' o 'factores' con respecto a la variable dependiente o de interés (Ferrán, 2001).

El ANOVA se basa en la descomposición de la variación total de los datos con respecto a la media global (SCT), que bajo el supuesto de que H_0 es cierta es una estimación de σ^2 obtenida a partir de toda la información muestral, en dos partes:

- Variación dentro de las muestras (SCD) o Intra-grupos, cuantifica la dispersión de los valores de cada muestra con respecto a sus correspondientes medias.
- Variación entre muestras (SCE) o Inter-grupos, cuantifica la dispersión de las medias de las muestras con respecto a la media global.

Las expresiones para el cálculo de los elementos que intervienen en el ANOVA son las siguientes (Ferrán, 2001):

- Media Global $\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^K \sum_{i=1}^{n_j} x_{ij}}{n}$.
- Variación Total $SCT = \sum_{j=1}^K \sum_{i=1}^{n_j} (x_{ij} - \bar{X})^2$
- Variación Intra-grupos $SCD = \sum_{j=1}^K \sum_{i=1}^{n_j} (x_{ij} - \bar{X}_j)^2$
- Variación Inter-grupos: $SCE = \sum_{j=1}^K (\bar{X}_j - \bar{X})^2 n_j$

Siendo x_{ij} el i -ésimo valor de la muestra j -ésima; n_j el tamaño de dicha muestra y \bar{X}_j su media.

Cuando la hipótesis nula es cierta $SCE/K-1$ y $SCD/n-K$ son dos estimadores insesgados de la varianza poblacional y el cociente entre ambos se distribuye según una F de Snedecor con $K-1$ grados de libertad en el numerador y $N-K$ grados de libertad en el denominador. Por lo tanto, si H_0 es cierta es de esperar que el cociente entre ambas estimaciones será aproximadamente igual a 1, de forma que se rechazará H_0 si dicho cociente difiere significativamente de 1.

4.5.3 Prueba t para muestras independientes

Las pruebas t para muestras independientes se utilizan cuando se obtienen dos grupos de muestras aleatorias, independientes e idénticamente distribuidas a partir de las dos poblaciones a ser comparadas (Ferrán, 2001).

El estadístico t a probar si las medias son diferentes se puede calcular como sigue:

$$t = \frac{M1 - M2}{\sqrt{\frac{S^2}{n1} + \frac{S^2}{n2}}}$$

Donde:

$$S_{x_1 x_2} = \sqrt{\frac{1}{2(S^2_{x1} + S^2_{x2})}}$$

Aquí $S_{x_1 x_2}$ es la desviación estándar combinada, 1 = grupo uno, 2 = grupo 2. El denominador de t es el error estándar de la diferencia entre las dos medias. Por prueba de significación, los grados de libertad de esta prueba se obtienen como $2n-2$ donde n es el número de participantes en cada grupo.

4.5.4 Prueba χ^2 en tablas de contingencia

La prueba χ^2 de Pearson se aplica al caso de que se disponga de una tabla de contingencia con r filas y c columnas correspondiente a la observación de muestras de dos variables X e Y, con r y c categorías, respectivamente (Ferrán, 2001). Se utiliza para contrastar la hipótesis nula:

H: Las variables X e Y son independientes.

El estadístico χ^2 de Pearson se construye a partir de las diferencias en las frecuencias observadas y las esperadas bajo la hipótesis de independencia. Si el p-valor asociado es menor que 0,05, se rechazará la hipótesis nula.

Corrección de Yates: En el caso de tablas 2×2 , el p-valor asociado al estadístico χ^2 de Pearson puede ser poco preciso. En el caso de que el número total de observaciones en la muestra sea grande, una alternativa al estadístico χ^2 de Pearson, que incorpora una corrección por continuidad, y por tanto, un p-valor más preciso, es la corrección de Yates.

4.5.5 Prueba χ^2 no paramétrica

La prueba χ^2 es una prueba de bondad de ajuste que se utiliza para contrastar la hipótesis nula de que la muestra procede de una población en la que la proporción de individuos que presentan el valor x_i es igual a p_i^e , $i = 1, \dots, k$, respectivamente.

$$H_0: p_1 = p_1^e, \dots, p_k = p_k^e$$

Si el p-valor asociado al estadístico de contraste es menor que α , se rechazará la hipótesis nula al nivel de significación α (Ferrán, 2001).

5. RESULTADOS:

5.1 Análisis del peso de los animales utilizados

En la *tabla 5* se muestran las diferencias de peso entre tipos de codornices y según el sexo.

Tabla 5. Valores de los pesos de los animales utilizados en los ensayos.

		Peso (g)
	n (número de animales)	Media
Tipo de codorniz		
Cinegética	10	133,5
Doméstica	10	323,0
Sexo		
Macho	10	221,7
Hembra	10	234,8
Tipo de codorniz × sexo		
Cinegética × Macho	5	126,4
Cinegética × Hembra	5	140,6
Doméstica × Macho	5	317,0
Doméstica Hembra	5	329,0
EEM		22,3
P-valor		
Tipo de codorniz		≤0,001
Sexo		0,225
Tipo de codorniz × sexo		0,917

EEM: Error estándar de la media.

Los resultados que se obtuvieron en el análisis del peso de los animales utilizados y su variación entre tipos de codorniz y sexos son los siguientes:

El peso de las codornices cinegéticas fue mucho menor que el de las domésticas ($P \leq 0,001$). Las codornices no mostraron diferencias de peso entre sexos ($P > 0,05$). Tampoco existió interacción entre el tipo de codorniz y el sexo para el peso de las aves ($P > 0,05$).

5.2 Análisis del test de aproximación terrestre

En la *tabla 6* se muestran las diferencias de las variables medidas en el test de aproximación terrestre (*Primera reacción, Movimiento, Agacharse*) entre tipos de codornices y según el sexo.

Tabla 6. Valores de las variables medidas del test de aproximación terrestre.

Medias (m)				
	n	Primera reacción	Movimiento	Agacharse
Tipo de codorniz				
Cinegética	30	40,40	37,38	24,75
Doméstica	30	25,77	19,59	21,48
Sexo				
Macho	30	31,70	26,43	23,19
Hembra	30	34,47	31,18	23,22
Tipo de codorniz x sexo				
Cinegética × Macho	15	40,27	35,10	25,87
Cinegética × Hembra	15	40,53	39,50	23,46
Doméstica × Macho	15	23,13	16,08	19,55
Doméstica × Hembra	15	28,40	22,86	23,00
EEM		1,997	2,275	2,206
P-valor				
Tipo de codorniz		≤0,001	≤0,001	0,458
Sexo		0,441	0,170	0,908
Tipo de codorniz × sexo		0,486	0,733	0,521

EEM: Error estándar de la media.

Las codornices cinegéticas realizaron su *Primera reacción* de huida a mayor distancia que las domésticas ($P \leq 0,001$). Respecto al sexo no hubo diferencias ($P > 0,05$). Y en cuanto a la interacción tipo de codorniz × sexo tampoco ($P > 0,05$).

Las codornices cinegéticas realizaron la conducta *Movimiento* de huida a mayor distancia que las domésticas ($P \leq 0,001$). Respecto al sexo no hubo diferencias

apreciables ($P > 0,05$). Y en cuanto a la interacción tipo de codorniz \times sexo tampoco ($P > 0,05$).

No hubo diferencias en el tipo de codorniz para la conducta *Agacharse* ($P > 0,05$). Respecto al sexo tampoco ($P > 0,05$). Y no hubo interacción entre el tipo de codorniz y el sexo ($P > 0,05$).

Para la conducta *Vuelo* se analizaron las diferencias entre tipos de codorniz (*tabla 7*).

Tabla 7. Efecto del tipo de codorniz sobre la conducta *Vuelo* en el test de aproximación terrestre.

Vuelo (m)				
	n	Distancia media	Error típico	P-valor
Tipo de codorniz				
Doméstica	5	6,20	4,716	0,048
Cinegética	10	2,40	0,670	

Las codornices domésticas alzaron el *Vuelo* a mayor distancia que las codornices cinegéticas ($P \leq 0,05$).

En la *tabla 8* se muestran los resultados de cuál era la *Primera reacción* (*Movimiento* o *Agacharse*) que se dio más según el tipo de codorniz y según el sexo. El *Vuelo* no fue nunca la *Primera reacción*.

Tabla 8. Valores de la *Primera reacción* que se da según el tipo de codorniz y según el sexo para el test de aproximación terrestre.

	n	Movimiento (%)	n	Agacharse (%)	P-valor
Tipo de codorniz					0,567
Cinegética	23	76,7	10	23,3	
Doméstica	20	66,7	7	33,3	
Sexo					0,567
Macho	20	66,7	10	33,3	
Hembra	23	76,7	7	23,3	

Las diferencias entre tratamientos no fueron significativas en las conductas de *Primera reacción (Movimiento o Agacharse)* ni entre sexos ($P > 0,05$) ni entre tipo de codorniz ($P > 0,05$).

En la *tabla 9* se muestra la proporción de codornices que tuvieron como *Primera reacción* las conductas *Movimiento* o *Agacharse* en el test de aproximación terrestre.

Tabla 9. Proporción de codornices que tuvieron como Primera reacción las conductas Movimiento o Agacharse en el test de aproximación terrestre.

	n observado	%
Conducta		
Movimiento	43	71,7
Agacharse	17	28,3
Total	60	100
P-valor	0,001	

La proporción de codornices que tuvieron como *Primera reacción* el *Movimiento* fue significativamente mayor que la proporción que tuvieron como *Primera reacción* *Agacharse* ($P = 0,001$).

5.3 Análisis del test de aproximación del predador aéreo

En la *tabla 10* se muestra las diferencias de las variables medidas (*Primera reacción, Movimiento, Agacharse*) entre tipos de codornices y según el sexo para el test de aproximación del predador aéreo.

Tabla 10. Valores de las variables medidas del test de aproximación del predador aéreo.

		Medias (m)		
		Primera reacción	Movimiento	Agacharse
	n			
Tipo de codorniz				
Cinegética	30	10,13	8,23	7,31
Doméstica	30	10,43	9,77	7,96
Sexo				
Macho	30	9,67	8,67	6,67
Hembra	30	10,90	9,21	8,52
Tipo de codorniz × sexo				
Cinegética × Macho	15	10,60	8,54	7,31
Cinegética × Hembra	15	9,67	7,92	7,31
Doméstica × Macho	15	8,73	8,82	5,91
Doméstica × Hembra	15	12,13	10,73	9,83
EEM		0,550	0,689	0,541
P-valor				
Tipo de codorniz		0,782	0,275	0,591
Sexo		0,257	0,645	0,066
Tipo de codorniz × sexo		0,050	0,370	0,066

EEM: Error estándar de la media.

El tipo de codorniz y el sexo no difieren en la *Primera reacción* ($P > 0,05$). No existió interacción entre el tipo de codorniz y el sexo ($P = 0,05$).

El tipo de codorniz y el sexo ($P > 0,05$) no difieren en la conducta *Movimiento*. Y no existió interacción entre el tipo de codorniz y el sexo ($P > 0,05$).

El tipo de codorniz y el sexo ($P > 0,05$) no difieren en la conducta *Agacharse*. Y no existió interacción entre el tipo de codorniz y el sexo ($P > 0,05$).

Para la conducta *Vuelo* se estudiaron las diferencias entre tipos de codorniz (tabla 11).

Tabla 11. Efecto del tipo de codorniz sobre la conducta Vuelo en el test de aproximación del predador aéreo.

Vuelo (m)			
	n	Distancia media	Error típico
Tipo de codorniz			
Doméstica	7	4,14	0,261
Cinegética	1	5,00	

Solo hubo una codorniz cinegética que alzó el vuelo por lo que no se puede hacer análisis estadísticos.

En la *tabla 12* se muestran los resultados de cuál fue la *Primera reacción* (*Movimiento* o *Agacharse*) que se dio más según el tipo de codorniz y según el sexo. El *Vuelo* no fue nunca la *Primera reacción*.

Tabla 12. Valores de la Primera reacción que se da según el tipo de codorniz y según el sexo para el test de aproximación del predador aéreo.

	n	Movimiento (%)	n	Agacharse (%)	P-valor
Tipo de codorniz					1,000
Cinegética	16	53,3	14	46,7	
Doméstica	15	50,0	15	50,0	
Sexo					1,000
Macho	16	53,3	14	46,7	
Hembra	15	50,0	15	50,0	

Las diferencias entre tratamientos no fueron significativas en las conductas de *Primera reacción* (*Movimiento* o *Agacharse*) ni entre sexos ($P > 0,05$) ni entre tipos de codorniz ($P > 0,05$).

En la *tabla 13* se muestra la proporción de codornices que tuvieron como *Primera reacción* las conductas *Movimiento* o *Agacharse* en el test de aproximación del predador aéreo.

Tabla 13. Proporción de codornices que tuvieron como Primera reacción las conductas Movimiento o Agacharse en el test de aproximación del predador aéreo.

Variables dependientes	n observado	%
Movimiento	31	51,7
Agacharse	29	50,3
P-valor	0,796	

No existieron diferencias en la proporción de casos en que la *Primera reacción* fue *Movimiento* y las que fue *Agacharse* ($P > 0,05$).

5.4 Análisis del test de inmovilidad tónica

En la *tabla 14* se muestran las diferencias de las variables medidas en el test de inmovilidad tónica (*Número de inducciones* y *Duración de la inmovilidad*) según el tipo de codorniz y según el sexo.

Tabla 14. Valores de las variables medidas en el test de inmovilidad tónica.

Medias			
		Número de inducciones	Duración inmovilidad (s)
	n		
Tipo de codorniz			
Cinegética	30	3,23	84,53
Doméstica	30	3,97	79,37
Sexo			
Macho	30	4,00	85,50
Hembra	30	3,20	78,40
Tipo de codorniz × sexo			
Cinegética × Macho	15	3,60	92,93
Cinegética × Hembra	15	2,87	76,13
Doméstica × Macho	15	4,40	78,07
Doméstica × Hembra	15	3,53	80,67
EEM		0,195	13,230
P-valor			
Tipo de codorniz		0,054	0,850
Sexo		0,036	0,794
Tipo de codorniz × sexo		0,859	0,722

EEM: Error estándar de la media.

El tipo de codorniz ($P > 0,05$) no difirió en la conducta *Número de inducciones*. Y no existió interacción entre el tipo de codorniz y el sexo ($P > 0,05$). Pero sí hubo efecto según el sexo, los machos tuvieron mayor *Número de inducciones* que las hembras ($P < 0,05$).

Lo mismo pasó con la *Duración de la inmovilidad*. No hubo diferencias en el tipo de codorniz y el sexo ($P > 0,05$). Y no existió interacción entre el tipo de codorniz y el sexo ($P > 0,05$).

En la *tabla 15* se muestran las repetibilidades del *número de inducciones* y de la *duración de la inmovilidad* a lo largo de las tres repeticiones del ensayo de inmovilidad tónica.

Tabla 15. Repetibilidad del número de inducciones y de la duración de la inmovilidad a lo largo de las tres repeticiones del ensayo de inmovilidad tónica.

Tipo de codorniz						
	Doméstica		Cinegética		Promedio	
	n	media ± ET	n	media ± ET	n	media ± ET
Nº de inducciones (n)						
Repetición 1	10	4,10±0,482	10	3,60±0,427	20	3,85±0,319
Repetición 2	10	3,90±0,458	10	2,50±0,522	20	3,20±0,374
Repetición 3	10	3,90±0,458	10	3,60±0,452	20	3,75±0,315
Promedio	30	3,97±0,260	30	3,23±0,278	60	3,60±0,195
P-valor		0,941		0,179		0,347
Duración de la inmovilidad (s)						
Repetición 1	10	46,80±28,566	10	90,90±29,849	20	68,85±20,733
Repetición 2	10	94,60±37,202	10	58,90±11,645	20	76,75±19,408
Repetición 3	10	96,70±44,843	10	103,80±36,698	20	100,25±28,212
Promedio	30	79,37±21,305	30	84,53±16,056	60	81,95±13,230
P-valor		0,574		0,517		0,610

ET: Error típico.

No hubo diferencias de repetición en repetición, para codornices domésticas, codornices cinegéticas ni para los dos tipos de codornices juntos. No se observó efectos en las conductas *Número de inducciones* y *Duración de la inmovilidad* ($P > 0,05$).

6. DISCUSIÓN:

Los experimentos de este trabajo de investigación revelaron que el peso de las codornices cinegéticas fue menor que el peso de las codornices domésticas. Esto puede ser debido a que la codorniz europea (*Coturnix coturnix coturnix*) pesa menos que la codorniz doméstica (*Coturnix coturnix japonica*) y como las codornices cinegéticas suelen ser en la mayoría de los casos cruces de estas dos subespecies, su peso es menor (Caballero de la Calle y Peña, 1997).

El peso medio que se obtuvo para las codornices cinegéticas fue de 133,5 gramos y para las codornices domésticas fue de 323,0 gramos. Según lo publicado por Ballesteros (1998), las codornices europeas o silvestres son las más pequeñas de todas las gallináceas españolas con un peso de 85 a 120 gramos. Las codornices japonesas superan los 180 gramos. Esto ayudaría a interpretar los pesos obtenidos en este experimento, y explicaría por qué el peso de las codornices cinegéticas es mayor que el peso de las codornices silvestres, debido al cruce entre ésta y la codorniz japonesa.

Las codornices no mostraron diferencia de pesos entre sexos ni interacción del sexo con el tipo de codorniz. Con lo que se contradice con lo publicado por Dalmau (1994) afirmando que hay diferencias de pesos entre sexos y entre tipo de codorniz. En cuanto al sexo las hembras son más pesadas que los machos.

El experimento del test de aproximación terrestre demostró que las codornices cinegéticas realizaron su *Primera reacción* y el *Movimiento* de huida a mayor distancia que las codornices domésticas. Este resultado implica que las codornices cinegéticas tienen una mayor respuesta antipredatoria que las codornices domésticas debido a que las codornices domésticas han perdido la reacción de fuga o escape como consecuencia del proceso de domesticación, lo que coincide con lo demostrado en perdiz roja por Binazzi *et al.* (2011).

Se muestra, también, que la codorniz de vuelo tiene una mayor respuesta antipredatoria que la codorniz doméstica a pesar de que la codorniz de vuelo se cría desde su nacimiento en granja. Por tanto, las técnicas de cría en granja cinegética, que se llevan a cabo en suelo desde el nacimiento (primero en sala cerrada y después en parques de vuelo; Dalmau, 1994) logran imitar, al menos parcialmente, atributos del carácter salvaje de la codorniz de vida libre.

Las codornices domésticas alzaron el *Vuelo* en el test de aproximación terrestre a mayor distancia que las codornices cinegéticas, en contra de lo esperado. Esto puede ser debido a que las codornices domésticas pudieran tener respuestas antipredatorias más activas que las codornices cinegéticas, como es el *Vuelo*. Y las codornices cinegéticas tendrían respuestas antipredatorias más pasivas, como es quedarse congeladas. Esto puede ser debido a la respuesta innata determinada genéticamente, pero también puede deberse al entorno que les rodea en los parques de vuelo. En las granjas cinegéticas, las codornices viven en espacios abiertos, rodeadas de vegetales y arbustos que usan de camuflaje y escondite para evitar que sean detectadas por el predador. Esto haría que la codorniz tome la conducta de quedarse congelada, lo que coincide con lo publicado en perdiz roja por Binazzi *et al.* (2011).

Las diferencias entre tratamientos no fueron significativas según el tipo de codorniz y según el sexo en las conductas de *Primera reacción (Movimiento o Agacharse)* que se dieron en el test de aproximación terrestre, lo que coincide con lo publicado en perdiz roja por Binazzi *et al.* (2011) quienes demuestran que no hay efecto del sexo en esta especie.

La proporción de codornices en el experimento del test de aproximación terrestre que tuvieron como *Primera reacción* el *Movimiento* fue mayor que la proporción que tuvieron como *Primera reacción* el comportamiento *Agacharse*, en contra de lo

publicado en perdiz roja por Binazzi *et al.* (2011) quienes demuestran que el *Movimiento* es lo menos frecuente ante un predador terrestre. De hecho, en la presente investigación el etograma entendido como la proporción ordenada de mayor a menor de las diferentes conductas fueron: primero se mueven, luego se agachan y, finalmente, levantan el vuelo. Sería interesante indagar qué implicaría este patrón de comportamiento en términos de supervivencia de las codornices de vuelo frente a los predadores y de fuga frente a los cazadores en condiciones de repoblación en campo.

El *Vuelo* nunca fue *Primera reacción*; esto puede ser debido a la pérdida de capacidad de vuelo de estos animales por los cruces que se realizan con codornices domésticas, cuya capacidad de vuelo se ha reducido por el proceso de domesticación (Dalmau, 1994). También, porque predomine la respuesta de agacharse en primera instancia y que sólo vuele cuando el predador está ya muy cerca, lo que coincide con lo publicado en perdiz gris por Beani y Dessí-Fulgheri. (1998).

En el experimento del test de aproximación del predador aéreo no hubo diferencias en las pruebas para determinar el efecto de los factores sobre variables de comportamiento, ni interacción entre los factores. Esto puede ser debido a que las reacciones de las aves ante un predador aéreo son principalmente quedarse congelado (Binazzi *et al.*, 2011). Estos animales viven en espacios abiertos con arbustos que usan como camuflaje para no ser detectados por el predador (Binazzi *et al.*, 2011), esto explicaría el por qué no hubo diferencias significativas en este test, ya que el animal se quedaba inmóvil o congelado sin realizar apenas las otras conductas que se midieron.

Solo hubo una codorniz que alzó el vuelo en el análisis del test del predador aéreo, por lo que ni siquiera pudimos analizarlo estadísticamente como se procedió en el análisis del test de aproximación terrestre.

No existió efecto en las conductas de *Primera reacción* (*Movimiento* o *Agacharse*) que se dio según el tipo de codorniz y según el sexo para el test de aproximación del predador aéreo, lo que coincide con lo publicado en perdiz roja por Binazzi *et al.* (2011) quienes demuestran que la perdiz roja ante un predador aéreo tiene respuesta antipredatoria de quedarse congelada y esconderse entre los arbustos para no ser detectadas por el predador.

No existieron diferencias en el test de aproximación del predador aéreo en la proporción de casos en que la *Primera reacción* fue *Movimiento* y las que fue *Agacharse*, en contra de lo esperado según el patrón descrito por Binazzi *et al.* (2011). Las codornices de vuelo criadas en granjas cinegéticas no desarrollarían correctamente la respuesta antipredatoria frente a predadores aéreos. En esta investigación la proporción ordenada de mayor a menor de las diferentes conductas fue: primero se agachan, luego se mueven y, finalmente, levantan el vuelo. Parece lógico el orden de estas conductas ante un predador aéreo que la mayoría de las aves lo primero que hagan es agacharse, lo segundo que hagan tras estar inmobilizadas sea moverse y por último que emprendan el vuelo, normalmente con el predador ya más cerca.

El *Número de inducciones* medio en el ensayo de inmovilidad tónica fue de 3,23 para las codornices cinegéticas y de 3,97 para las codornices domésticas, valores superiores a lo publicado por Jones *et al.* (1997), quienes demuestran que el *Número de inducciones* medio es de 1,4 en codornices japonesas.

Para la conducta *Número de inducciones* en el experimento del test de inmovilidad tónica hubo diferencias entre sexos, pero no hubo interacción entre el tipo de codorniz y el sexo. Los machos necesitaron mayor *Número de inducciones* que las hembras para lograr la inmovilidad. Este resultado del presente estudio está en contra de lo publicado por Benoff *et al.* (1994) en codornices, donde demuestra que no hay diferencias entre

sexos. El *Número de inducciones* fueron los intentos que se realizaron a las codornices para inducir las a la inmovilidad, es decir, a mayor *Número de inducciones* menor es la respuesta antipredatoria (Thompson *et al.*, 1981).

El tiempo medio de *Duración de inmovilidad* en el experimento de test de inmovilidad tónica fue de 84,53 segundos para las codornices cinegéticas y de 79,37 para las codornices domésticas, lo que coincide con lo publicado por Thompson *et al.* (1981) en codornices japonesas, pues demuestran que el tiempo medio de duración de inmovilidad en codornices es de 80,3 segundos.

Para la conducta *Duración de la inmovilidad* en el experimento del test de inmovilidad tónica no hubo diferencias significativas según el tipo de codorniz y según el sexo, lo que coincide con lo publicado por Benoff *et al.* (1994) en codornices. Demostrando la carencia de dimorfismo sexual en las reacciones de miedo ante predadores. En cuanto al tipo de codorniz (doméstica o de vuelo) no se mostraron diferencias en la conducta *Duración de la inmovilidad* en el test de inmovilidad tónica, en contra de lo esperado, pues se partía de la hipótesis de que las codornices cinegéticas iban a tener una mayor duración de la inmovilidad que las codornices domésticas por su mayor reactividad derivada de su genética silvestre (en mayor o menor grado) y de la cría en parques de vuelo.

Se demuestra que hubo repetibilidad en sucesivas realizaciones de la prueba de test de inmovilidad tónica y el resultado no varió significativamente de repetición en repetición, lo que permitió analizar juntos los resultados de las tres repeticiones en los análisis. En muchos experimentos de test de inmovilidad tónica sacrifican a las codornices tras el ensayo (Valance *et al.*, 2008), en base al argumento de que la prueba es estresante sobre todo cuando el test de inmovilidad tónica se realiza a continuación de algún ensayo más o menos agresivo. En nuestro caso sometimos a las mismas aves a

tres ensayos de test de inmovilidad tónica sin sacrificarlas y, pese a la alteración que experimentaban, se recuperaban bien, posiblemente porque el test de inmovilidad tónica no es, por sí solo, lo suficientemente estresante como para causar perjuicios duraderos a las aves.

A la luz de lo obtenido en este trabajo en cuanto al uso de codornices de granja cinegética para repoblaciones, sueltas y tiradas podemos afirmar lo siguiente:

Las repoblaciones con codornices cinegéticas tratan de conseguir recuperar el número de animales de una especie determinada que existían en un área geográfica concreta. Por lo que respecta a los datos obtenidos se observa que no es factible esta acción en términos de una buena calidad cinegética, ya que, los animales que se deben utilizar son aquellos que tengan una buena morfología y vuelo. En esta investigación observamos que las codornices cinegéticas son pesadas comparándolas con las silvestres y la reacción de vuelo como respuesta a la presencia de un predador terrestre (humano) o aéreo (rapaz) se produce poco o nada en los experimentos realizados.

Las sueltas y tiradas, mediante la incorporación al campo o a la actividad cinegética de un número elevado de codornices, para su rápida caza, es una práctica que cada vez está más extendida entre los gestores cinegéticos. La investigación realizada demuestra que tampoco es factible o ideal el uso de las codornices procedentes de granjas cinegéticas para estas prácticas. Los cazadores hoy en día ya notan la diferencia con las codornices silvestres (Oliveros y Hernández, 2016), pues las de vuelo son codornices que tienen muy poca reacción de escape y menos capacidad de vuelo que las silvestres.

Los híbridos presentan características intermedias, aunque en sucesivas generaciones obtenidas mediante cruzamiento de absorción son casi indistinguibles de la codorniz europea tanto en sus caracteres externos, como en el canto. Sin embargo son animales más sedentarios y que han perdido parte de su capacidad de vuelo. La distinción de los

híbridos de codorniz después de sucesivas generaciones, solo es posible mediante la búsqueda de las diferencias genéticas que nos da el análisis del ADN y que permite identificar las similitudes con el ADN de la codorniz japonesa (Caballero de la Calle *et al.*, 2007).

El grado de pureza respecto a la subespecie europea y su posible grado de hibridación con codorniz japonesa no se conoce en las codornices cinegéticas usadas en esta investigación. Se preguntó por esta información al vendedor y no proporcionó información precisa, indicando sólo que las codornices procedían de una granja de producción de Lérida y que tenían mucha capacidad de vuelo. Hubiera sido, por tanto, interesante contar con información fehaciente de la genética de las codornices de vuelo usadas, bien por información directa del proveedor o por realización de análisis genéticos que, por ser costosos, no se contempló realizar en este estudio.

Y para concluir, cabe mencionar las líneas de investigación futuras que se pueden acometer como consecuencia de lo que se quedó pendiente de investigar en este estudio.

Las ideas para futuras investigaciones son:

a) Realizar investigaciones en las se conozca inequívocamente la genética de las codornices de granja cinegética. Es decir, que se conozca si son codornices europeas puras o no, y en caso de tratarse de híbridos, pues conocer el tipo de cruce y porcentaje de cruzamiento entre codorniz europea y japonesa.

b) Realizar investigaciones en las que se compare la respuesta antipredatoria y la calidad cinegética entre codornices procedentes de diferentes granjas cinegéticas, bajo la hipótesis de que hay diferencias en el tipo de hibridación y en las técnicas de cría entre granjas distintas, lo que probablemente conduzca a diferencias de calidad cinegética entre criaderos diferentes.

c) Realizar investigaciones en las que se compare la respuesta antipredatoria y la calidad cinegética de codornices de granja cinegética y de codornices europeas silvestres puras. Esto implicaría adquirir codornices salvajes mediante su captura en campo, pero comporta cierta dificultad por necesitar permiso para su captura. Sin embargo, con un adecuado diseño experimental permitiría dilucidar en qué medida hay diferencias relevantes en la respuesta antipredatoria, en concreto, y en la calidad cinegética, en general, entre la codorniz silvestre y su sucedáneo de granja.

d) Realizar investigaciones en las que se midan otros parámetros no investigados en este estudio, como por ejemplo la diferencia que pueda existir en la calidad del vuelo de la codorniz de granja cinegética y de la codorniz europea salvaje de vida libre. Para ello puede utilizarse la metodología propuesta por Bagliacca et al. (2004) para otras especies cinegéticas como el faisán.

7. CONCLUSIONES:

El trabajo de fin de grado realizado se ha basado en la investigación del efecto del sexo y del tipo de codorniz, japonesa o de vuelo, sobre la respuesta antipredatoria en codorniz de granja cinegética, donde se llegaron a las siguientes conclusiones:

- Las codornices domésticas son más pesadas que las codornices cinegéticas.
- El peso de las hembras es superior al de los machos en ambos tipos de codorniz.
- No presentan dimorfismo sexual en ninguna de las variables de los test que se realizaron en la investigación salvo para el *Número de inducciones en el test de inmovilidad tónica*, donde sí hubo diferencias entre sexos.
- Las codornices cinegéticas tienen mayor distancia de huida que las codornices domésticas en el test de aproximación terrestre.
- El comportamiento *Vuelo* fue el menos usual en las codornices cinegéticas ante la aproximación de un predador terrestre o aéreo.
- La *Primera reacción* que realizan ambos tipos de codorniz para huir es el *Movimiento*.
- Los machos de ambos tipos de codorniz tuvieron menor respuesta antipredatoria por lo que necesitaron mayor *Número de inducciones* que las hembras para lograr la inmovilidad tónica.
- El test de inmovilidad tónica produce las mismas respuestas cuando se repite tres veces sucesivamente sobre las mismas codornices.
- Con esta investigación se ha demostrado la diferencia de calidad cinegética entre las codornices de vuelo de granjas cinegéticas y las codornices japonesas, teniendo mayor calidad cinegética las codornices de vuelo.

8. BIBIOGRAFÍA:

- Alamañac Orduna, FJ. (2012). *Aproximación al estudio del hábitat de la codorniz (Coturnix c. coturnix)*. Universidad de Lleida, Lleida.
- Bagliaca, M., Carletti, C., Pollini, GP., Cristofori, M. (2004). Caratteristiche morfologiche e dell'involto dei fagiani di tipo mongolia (*Phasianus colchicus mongolicus mongolicus*) e tenebroso (*Phasianus colchicus v. tenebrosus*) allevati dalla provincia di Terni. *Facoltà de Medicina Veterinaria, Pisa*. 57. 241-248.
- Ballesteros, F. (1998). Codorniz. *Las especies de caza en España*. Pp. 162-169. Oviedo: Estudio y Gestión del Medio.
- Barilani, M., Deregnaucour, S., Gallego, S., Galli, L., Mucci, N., Piombo, R., Puigcerver, M., Rimondi, S., Rodríguez-Tejeiro, JD., Spanò, S., Randi, E. (2005). Detecting hybridization in wild (*Coturnix c. coturnix*) and domesticated (*Coturnix c. japonica*) quail populations. *Biological Conservation*, 126. 445-455.
- Beani, L., Dessí-Fulgheri, F. (1998). Antipredator behaviour of capyive Grey partridges (*Perdix perdix*). *Ethology Ecology & Evolution*, 10:2. 185-196.
- Benoff, FH., Siegel, PB. (1994). Genetic analysis of tonic immobility in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Animal Learning & Behavior*, 4 (2). 160-162.
- Binazzi, R., Zaccaroni, M., Nespoli, A., Massolo, A., Dessi-Fulgheri F. (2011). Anti-predator behaviour of the red-legged partridge *Alectoris rufa*

(Galliformes: Phasianidae) to simulated terrestrial and aerial predators. Italian Journal of Zoology, 78. 106-112.

Caballero de la Calle, JR., Peña, JC. (1997). La explotación cinegética de la codorniz. En: Zootecnia. Bases de producción animal (Buxadé C, coord. y dir.), Vol. 12. Mundi-Prensa, Madrid, pp. 109-123.

Caballero de la Calle, JR., Peña, JC., Calle, MI., Caballero, JV. (2007). Análisis de la morfología del pollito de codorniz europea y sus híbridos de codorniz japonesa. Ingeniería Agrícola. UCLM, Ciudad Real.

Carrascal, LM., Lobo, JM. (2003). Mapas de distribución de la avifauna terrestre Española. Recuperado de:
<http://www.lmcarrascal.eu/atlas/mapasalfab.html>

Carulla Montañés, D. (2007). *Estudio de la dinámica poblacional de la codorniz (Coturnix c. coturnix) a partir de muestras biológicas capturadas en el valle del Ebro, Menorca, este y suroeste de la península durante la temporada de media veda de 2005*. Universitat de Lleida, Lleida.

Chazara, O., Minvielle, F., Roux, D., Bed`hom, B., Fève, K., Coville, JL., Kayang, B., Lumineau, S., Vignal, A., Boutin, JM., Rognon, X. (2009). Evidence for introgressive hybridization of wild common quail (*Coturnix coturnix*) by domesticated Japanese quail (*Coturnix japonica*) in France. Conservation Genetics, 1051-1062.

Csermely, D., Mainardi, D., Spanò, S. (1983). Escape-reaction of captive young red-legged partridges (*Alectoris rufa*) reared with or without visual contact with man. Applied Animal Ethology, 11. 177-182.

- Dalmau A. (1994). Manual de la codorniz. Cría industrial y para la caza. Dilagro, Lleida.
- Derégnaucourt S, Guyomarc'h JC, Spanò S. (2005). Behavioural evidence of hybridization (Japanese× European) in domestic quail released as game birds. *Applied Animal Behaviour Science*.94. 303-318.
- Fernández V, González Redondo, P. (2010). La producción de carne de ave en Andalucía. Junta de Andalucía Consejería de Agricultura y Pesca. *La producción de carne en Andalucía*. Andalucía, Secretaría General Técnica Servicio de Publicaciones y Divulgación, Sevilla.
- Ferrán, M. (2001). SPSS para Windows. *Análisis estadístico*. Osborne McGraw-Hill, Madrid.
- Fonseca Guerrero, JM. (2016). *Codorniz Coturnix coturnix*. *Revista digital animales y mascotas* Recuperado de <https://aves.paradais-sphynx.com/galliformes/codorniz-coturnix-coturnix.htm>
- Forkman, B., Boissy, A., Meunier-Salaün, MC., Canali, E., Jones, RB. (2007). A critical review of fear tests used on cattle, pigs, sheep, poultry and horses. *Physiology & Behavior*, 92. 340-374.
- Grepe, N. (2001). *Codornices*. México Iberoamérica. 87 p.
- Jones, R., Satterlee, DG., Marks, HL. (1997). Fear-related behaviour in Japanese quail divergently selected for body weight. Roslin Institute, Edinburgh.

- Lázaro, R., Serrano, M., Capdevila, J. (2005). Nutrición y alimentación de avicultura complementaria: codornices. XXI Curso de Especialización FEDNA. Avances en Nutrición y Alimentación Animal. Madrid, España.
- Lucotte, G. (1976). *La codorniz. Cría y explotación*. Madrid: Mundi-Prensa.
- MAPAMA. (2013). Anuario de estadísticas de las especies cazadas en España. Recuperado de: <http://www.mapama.gob.es>
- MAPAMA. (2016). El sector de la carne de ave en cifras. Principales indicadores económicos en 2015. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.
- Mateos, GG., Grobas, S. (1993). *Bases de científicas y efectos nutricionales*. http://www.fundacionfedna.org/publicaciones_1993
- Muñoz, A. (1993). *Métodos biométricos*. Universidad de Córdoba, Córdoba.
- Oliveros, R., Hernández, MA. (2016). El impacto de la caza en España. Ecologistas en Acción, España.
- Pérez, F. (1974). *Coturnicultura. Tratado de cría y explotación industrial de codornices*. Científico-Médica, Barcelona.
- Puigcerver, M., Vinyoles, D., Rodríguez-Teijeiro, JD. (2007). Does restocking with Japanese quail or hybrids affect native populations of common quail *Coturnix coturnix*? *Biological Conservation*, 136. 628-635.
- Puigcerver, M., Gallego, S., Rodríguez-Teijeiro, J.D., D'amico, S. & Randi, E. 1999. Hybridization and introgression of Japanese Quail mitochondrial

DNA in Common Quail populations: a preliminary study. Hungarian Small Game Bulletin, 5. 129-136.

SPSS Inc. 2006. Manual del Usuario de SPSS Base 15.0. SPSS Inc., Chicago, EE. UU.

Thompson, RKR., Foltin, RW., Boylan, RJ., Sweet, A., Graves, CA., Lowitz, CE. (1981). Tonic immobility in Japanese quail can reduce the probability of sustained attack by cats. *Animal Learning & Behavior*, 9 (1). 145-149.

Valance, D., Després, G., Richard, S., Constantin, P., Mignon-Grasteau, S., Leman, S., Boissy, A., Faure, JM., Leterrier, C. (2008). Changes in heart rate variability during a tonic immobility test in quail. *Physiology & Behavior*, 93. 512-520.

Vázquez Romero, R E. (2008). *La cría de codornices*. Bogotá. Produmedios.