



Universidad de Valladolid

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.

Trabajo de Fin de Grado.

**Grado en Administración y Dirección de
Empresas.**

Dinámica de Sistemas aplicada al Sector Avícola.

Presentado por:

Laura de la Calle García.

Valladolid, 15 de julio de 2022.

ÍNDICE DE CONTENIDOS.

RESUMEN.....	2
ABSTRACT.....	2
1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. SECTOR AVÍCOLA.....	4
2.1. Evolución histórica.....	4
2.2. Actualidad.....	8
3. GENÉTICA AVÍCOLA.....	11
3.1. Características.....	12
4. SISTEMA PRODUCTIVO.....	15
4.1. Gallinas ponedoras.....	16
4.2. Pollos de engorde.....	17
5. DINÁMICA DE SISTEMAS.....	18
5.1. Origen histórico.....	18
5.2. Introducción.....	19
5.3. Elementos de la dinámica de sistemas.....	19
5.3.1. Diagrama causal.....	20
5.3.2. Diagrama de Forrester.....	22
6. EL MODELO.....	24
6.1. Hipótesis.....	24
6.2. Variables del modelo: Gallinas ponedoras.....	26
6.3. Variables del modelo: Pollos de engorde.....	32
7. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD:.....	35
7.1. Enfermedades: Gripe Aviar.....	35
7.2. Aumento de los costes.....	40
8. CONCLUSIONES.....	43
9. BIBLIOGRAFÍA.....	45
10. ANEXO.....	48

ÍNDICE DE GRÁFICOS.

Gráfico 2.2.1: Precio de la carne de pollo en el mercado español (65% rendimiento, posición: muelle-matadero).	9
Gráfico 2.2.2: Relación “Costes totales producción/precio de la carne de pollo” en el mercado español 2013-2022 serie semanal (€/100kg).	11
Gráfico 2.2.3: Relación “Costes totales producción/precio de los huevos” en el mercado español 2013-2022 serie semanal (€/100kg).	11
Gráfico 6.2.1: Evolución del número de gallinas ponedoras.	31
Gráfico 6.2.2: Relación de la producción de huevos con su venta.	32
Gráfico 6.3.1: Evolución de la producción de pollos de engorde.	34
Gráfico 6.3.2: Relación de número de pollos y kilos de pollo.	35
Gráfico 7.1.1: Evolución del número de gallinas tras el periodo de Gripe Aviar.	38
Gráfico 7.1.2: Relación de la producción de huevos con su venta tras la Gripe Aviar.	39

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 4: Esquema de fases de producción (Nivel 1 y nivel 2).	15
Figura 4.1: Ciclo de formación de un huevo.	17
Figura 5.3: Grafo que representa un sistema.	20
Figura 6.2: Diagrama de Forrester (Gallinas ponedoras).	29
Figura 6.3: Diagrama de Forrester (Pollos de engorde).	33
Figura 7.1.1: Parte del Diagrama de Forrester afectado tras la Gripe Aviar (Gallinas ponedoras).	38

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1: Evolución de las principales variables del modelo.	30
Tabla 2: Efecto del fin de la vida productiva de las gallinas ponedoras.	30
Tabla 3: Evolución de las variables del modelo en los próximos 10 años.	33
Tabla 4: Broiler Ross 308: Objetivos de Rendimiento (Macho y hembra)	48

RESUMEN.

El Sector Avícola es uno de los principales motores de España. Los productos básicos a los que da lugar su producción, como la carne y los huevos, son de los más consumidos en nuestro país.

Históricamente, este sector ha sufrido dificultades por falta de visibilidad, cambios políticos y económicos, enfermedades, falta de apoyo.... Actualmente, sigue viéndose con obstáculos, ya que las arduas fases para llegar al producto final, no se están viendo favorecidas en términos de beneficio.

En este trabajo, se va a poder conocer: la compleja genética de los pollos, que cada pollo nace para un objetivo productivo, que los bisabuelos/as y abuelos/as de los pollos que nos dan el producto final, es de lo más valioso en la cadena productiva... Finalmente, se analizará como un simple virus o una guerra, puede alterar a este sector.

Palabras clave: Sector Avícola, gallinas, pollos, Dinámica de Sistemas.

ABSTRACT.

The poultry sector is one of the main driving forces in Spain. The basic products that its production gives, such as meat and eggs, are among the most consumed in our country.

Historically, this sector has suffered difficulties, because of lack of visibility, political and economic changes, illnesses, lack of support.... Nowadays, it continues to face obstacles, as the arduous phases to reach the final product are not being favoured in terms of profits.

In this report, the following topics will be explained: the complex genetics of chickens, the production objective of chickens, that the great-grandparents and grandparents of the chickens that give us the final product are the most valuable in the production chain... Finally, it will be analysed, how a simple virus or a war can alter this sector.

Keywords: Poultry Sector, hens, chickens, System Dynamics.

Clasificación JEL: C61, Q10 y L81.

1. INTRODUCCIÓN.

La Real Academia Española define avicultura como la cría de aves o el conjunto de técnicas y conocimientos relativos a la cría de las aves.

La avicultura puede centrarse en la gallinocultura, que es la cría de gallinas, anacultura, de patos, meleagricultura de pavos, colombicultura o colombofilia de palomas, dependiendo si son productoras de carne o huevos o si es cría de palomas mensajeras, coturnicultua de codornices, estrutiocultura de avestruces y canaricultura de canarios.

Hoy en día, se está intensificando la avicultura ecológica, que tiene como eje principal la obtención de alimentos de la mejor calidad respetando el medioambiente y el bienestar de las aves.

La gallinocultura es el tema en el que se va a centrar este trabajo. Tradicionalmente, las gallinas se han criado para la producción de carne y huevos, por ello, el sector avícola se divide en dos subsectores: avícola de carne¹ y avícola de puesta.

El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación indica que en España la producción total de carne de pollo es de un 11,8% y su mayor parte se centra en Cataluña con un 28,7 % del total nacional. España es el segundo productor europeo de carne por detrás de Reino Unido. Por el otro lado, la avícola de puesta representa el 4,9 % del total de las producciones ganaderas. El mayor censo de ponedoras se encuentra en Castilla la Mancha con un 26,2%, seguido de Castilla y León con un 16,4%.

Este trabajo va a consistir en el análisis del sistema productivo de los subsectores avícolas de carne y de puesta. Se va a poder ver si la producción final se valora adecuadamente, en términos de trabajo para el ganadero o, por el contrario, es un sector que está en decadencia y se está desvalorizando.

La cuestión que se va a resolver al final de este trabajo es: ¿Es rentable actualmente el negocio avícola?

¹ Son los llamados "broilers": pollos desarrollados específicamente para la producción de carne.

El trabajo se va a estructurar en las siguientes partes: después de esta introducción, en el Capítulo 2 se va a hacer un repaso de toda la evolución que ha sufrido el sector avícola hasta la actualidad. El Capítulo 3 explica la genética avícola y las características de las diferentes líneas. En el Capítulo 4 se comienza a explicar el proceso productivo que siguen las gallinas ponedoras y de carne. Tras entrar de lleno en la avicultura, el Capítulo 5 se centra en la Dinámica de Sistemas, método que va a modelizar los sistemas de producción de los subsectores a estudiar. En el Capítulo 6 se refleja la evolución dinámica del sistema con las variables utilizadas y las hipótesis de partida. A continuación, en el capítulo 7 se analiza cómo diferentes factores puntuales pueden afectar al sistema. Por último, en el Capítulo 8 se recogen las principales conclusiones que se han extraído en la realización del trabajo.

2. SECTOR AVÍCOLA.

2.1. Evolución histórica.

Las gallinas existen desde hace 8.000 años con origen en China. En 1859, Charles Darwin, naturalista y científico expuso en su libro “El origen de las especies”, que proceden de un gallo silvestre “Gallus gallus” y después se fueron extendiendo por Europa occidental desde India, China y zonas asiáticas acompañando a las tribus nómadas que avanzaban hacia el oeste hasta llegar a Grecia. Posteriormente, los celtas facilitaron la propagación por Europa. Existen datos que aseguran que su domesticación comenzó en Asia e India con unas gallinas primitivas que ponían alrededor de 30 huevos al año.

La introducción en Europa fue más bien por las peleas de gallos que por su carne o huevos, y su expansión estuvo relacionada con la guerra, por falta de carne roja. A España llegaron gracias a los fenicios en su expansión y colonización mediterránea entre los 800 y 600 años a.C.

Fue en el siglo XX cuando la avicultura llegó a convertirse en una actividad ganadera en expansión gracias al avance de la genética y la nutrición. La popularidad de la carne del pollo y los huevos generaron tal demanda que ha originado la creación de una gran industria.

En los años 50 la avicultura solo giraba en torno a la actividad doméstica, en el campo y en el patio de las casas. En estas épocas la avicultura no estaba

protegida por ninguna ley sanitaria. Para evitar la propagación de enfermedades se vendían las aves antes de la llegada del invierno.

No fue hasta los años 60 cuando la avicultura, junto con la ganadería, presentaron un aumento de la demanda y experimentaron cambios en su sistema de producción, gracias al Plan Nacional de Estabilización². En este momento fue cuando se empezó a pasar de una agricultura de subsistencia y autoconsumo a utilizar tracción mecánica, abonos químicos, y en cuanto al sector de interés, se empezaron a utilizar las razas de animales más productivas. Fue cuando la carne de pollo se estableció como un alimento popular y el consumo de huevos se disparó.

En los años 90 hubo altibajos y el consumo de huevos cayó por los brotes de salmonelosis y el gran contenido de colesterol que estos tienen.

Por orden cronológico se pueden ir detallando los acontecimientos más relevantes de la historia y evolución del sector avícola en España:

Se funda la Real Escuela de Avicultura en 1896, en la que fue la primera explotación avícola española, la Granja Paraíso. Salvador Castelló fue el responsable de la escuela, el mayor divulgador de la avicultura en España, considerado el padre de esta.

En 1902 se presenta por primera vez públicamente el sector avícola en Madrid, en la Exposición Internacional de Avicultura, llevada a cabo por la Sociedad Nacional de Avicultores Españoles. Diez años después se funda la Asociación Internacional de Instructores Avícolas presidida por Edwar Brown, con el que la Asociación Mundial de Avicultura Científica (WAPSA) inicia su andadura.

Será seis años más tarde cuando se celebra en la Haya el primer Congreso Mundial de Avicultura de la WPSA y donde Edward Brown es nombrado presidente. En 1921 en España, en Barcelona concretamente, se celebra ya el II Congreso Mundial de Avicultura y la Exposición Internacional de Avicultura.

² 1959: El gobierno español aprobó un conjunto de medidas económicas para la estabilización y liberalización de la economía española.

Durante la Guerra Civil española (1936-1939), las actividades avícolas quedan en un segundo plano y son sometidas a una economía de subsistencia³. Tras esto, comenzará la II Guerra Mundial y quedarán suspendidos los Congresos Mundiales de Avicultura.

En 1937 se introduce en España, gracias a Salvador Castelló, el sexaje de los pollitos al nacer en una obra editada por la Escuela de Avicultura, y en 1940 se comienza a publicar por esta una de las primeras revistas relacionada con este sector, llamada "Temas Avícolas". En 1945 se intentará luchar por los intereses del sector en la I Asamblea Nacional de Avicultura.

En 1947 llega a España la enfermedad de Newcastle, virus infeccioso de elevada mortalidad que se presenta en muchas aves (en humanos este virus ocasionaba síntomas leves).

En 1951 se presenta el sistema japonés Kizawa para determinar el sexo de los pollitos recién nacidos, que consistía en una sonda de introducción rectal, y la crianza de pollos en jaulas en batería para la producción de huevos gana popularidad.

Es casi 10 años más tarde cuando se crea en España la revista que mejor ha logrado difundir lo más relevante del sector, "Selecciones Avícolas", a través de la Escuela de Avicultura, consiguiendo ser líder de prensa. Además, el Gobierno de España aprueba el Plan de Estabilización con el que se consigue un cambio en las estructuras económicas y sociales del país. También comenzará la lucha por tener representación de las principales genéticas de puesta norteamericanas, situándose España en la raíz de la ascendencia de puesta.

Llegan a España los primeros pollos híbridos⁴ norteamericanos en 1960 para la producción de "broilers", pollos desarrollados específicamente para la producción de carne.

Un año más tarde se crea un nuevo edificio de la Real Escuela de Avicultura para continuar con las actividades docentes y experimentales. En Valladolid se

³ Sistema económico mundial propio de la sociedad preindustrial donde todas las explotaciones solo son destinadas para la alimentación.

⁴ Animales cuyos descendientes pueden aparecer con alguna característica que no está presente en los padres al cruzarse entre sí.

celebrará la IX Asamblea Nacional de Avicultura, que será la última, al ya estar consiguiendo una gran transformación en la avicultura española.

En 1964 surge la Asociación Nacional Sindical Avícola (ANSA), entidad oficial para representar los intereses de todos los productores avícolas españoles.

La guerra en Oriente medio entre Egipto y Siria contra Israel en 1973 y la grave situación política internacional disparan el precio de la soja originando un desabastecimiento en la alimentación de las aves. Además, en esta época los precios del pienso están bajo control oficial, por lo que su bajo precio aumenta la demanda dando lugar a su escasez.

En los años 70 se crea en Puente Duero, Valladolid, una de las mayores granjas de reproducción de la época.

En 1984 en Estados Unidos la revista "Time" publica un artículo sobre el alto contenido en colesterol de los huevos y el riesgo evidente de sufrir una grave enfermedad coronaria que conlleva su consumo. Esta publicación provoca un gran problema en el sector.

La integración de España en la Unión Europea en 1986, y por tanto, en el Mercado Común, supone un beneficio para nuestro país a la hora de poder acceder a una mayor amplitud de materias primas para la alimentación de las aves.

En los 90 se crea la Asociación Española de Productores de Huevos para representar al sector tras el declive provocado tanto por las informaciones publicadas por "Time" sobre el colesterol mencionadas anteriormente, como por las intoxicaciones por salmonela que se producen con frecuencia en ese momento.

También se crea Propollo e Inprovo, Asociación Interprofesional de la Avicultura de carne y del sector del huevo, respectivamente.

Ya en los 2000 surge la Federación Española Empresarial de Aditivos y Premezclas para la salud y la Alimentación Animal (ADIPREM) que defiende los intereses del sector, y aparece Inovo, Asociación de Industrias de Ovoproductos que representará a los productores de huevos con creciente presencia internacional.

En 2004 las avícolas de puesta alcanzan su máximo productivo y después de varios años en los que establecieron su posición exportadora, hubo descensos de ponedoras y de producción de huevos para adaptar la oferta con la demanda.

En 2005 se publica un Real Decreto del Ministerio de Agricultura que fija medidas en la avicultura de carne con relación al bienestar de los pollos, estableciendo densidades máximas de población en naves.

En la Unión Europea se prohíbe el empleo de antibióticos, que provocan problemas de enteritis⁵ por lo que aumenta el uso de otros aditivos como prebióticos, probióticos, ácidos orgánicos, aceites esenciales....

Nace en 2007 la Asociación de Aviculturas Alternativas (Avialter), que consiste en un sistema de producción de huevos o carne de manera libre y que hace que las gallinas sean más resistentes a enfermedades al estimular sus defensas por estar en libertad.

Se adopta en España la clasificación de huevos según su peso, y el marcado obligatorio en la cáscara de la serie permite seguir el proceso de su producción.

En 2009 se produce un punto de inflexión en el sector por la aparición de la gripe A. España es el primer país en reportar casos de gripe en Europa proveniente de México. La gripe A supuso numerosas muertes de aves y por tanto pérdidas en el sector. Se verá como en 2022 esta gripe vuelve a aparecer.

El 1 de enero de 2012 entra en vigor la Directiva 1999/74/CE. Esta directiva afecta de lleno al sector avícola de puesta, ya que hay un descenso de gallinas de puesta que llega al mínimo histórico. Esta normativa obliga a la rápida sustitución de las jaulas tradicionales por las llamadas “enriquecidas”, y la producción se polariza en dos modelos: gallinas alojadas en batería y pequeñas explotaciones de carácter alternativo (ecológicas y camperas).

2.2. Actualidad.

En los últimos años, con la pandemia de la COVID-19, el sector avícola también se ha visto afectado. Tendremos que diferenciar los dos principales sectores avícolas, el del huevo y el de la carne, aunque sin olvidarnos del tercero, que son

⁵ Afecta al intestino y puede causar una alta mortalidad principalmente en pollos jóvenes.

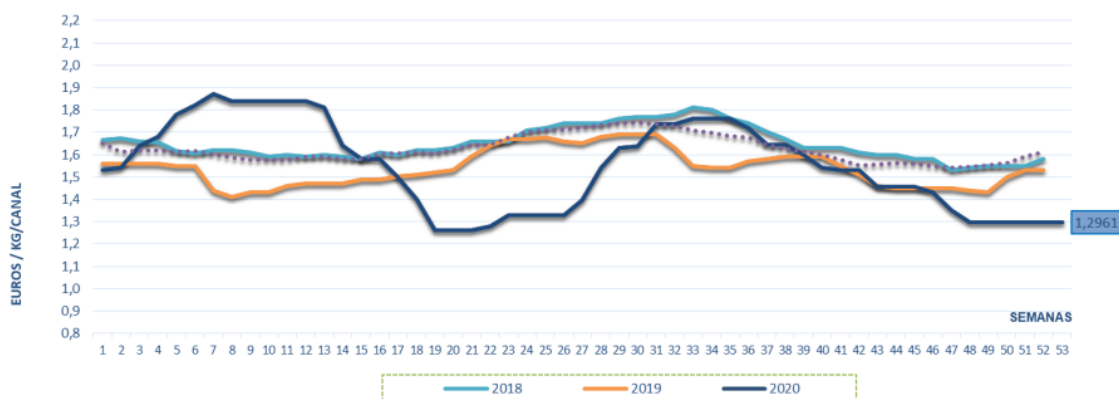
las avícolas alternativas (patos, codornices...), que han sido las más afectadas por causa de la caída de la restauración.

En cuanto al sector del huevo, su demanda ha sido sostenida, pero el sector de la carne se ha visto afectado por la clara repercusión de la pandemia sobre la restauración. Este último sector también se ha visto afectado por las condiciones de seguridad a las que los trabajadores estaban sometidos en los mataderos, ya que han supuesto un descenso notable de su actividad, implicando retrasos y pérdidas.

Podemos ver en el Gráfico 2.2.1 como el precio en el 2020 cae a partir del estado de alarma originado por el coronavirus, bajando a niveles muy por debajo de los de los últimos años.

La baja demanda en la restauración ha conllevado la necesidad de congelar grandes cantidades de carne, y esto, unido a la escasa recuperación de la demanda, supuso llegar a final de año con un precio de 1,30€/100kg.

Gráfico 2.2.1: Precio de la carne de pollo en el mercado español (65% rendimiento, posición: muelle-matadero).



Fuente: SG Análisis, Coordinación y Estadística MAPA.

Este año 2022 ha sorprendido en cuanto a acontecimientos y polémicas. El año comienza con el debate social de las macrogranjas, que son instalaciones industriales de grandes dimensiones en las que la densidad de animales es muy grande. En ellas se aplica un sistema de producción intensivo que se basa en que los animales son alimentados de piensos y se encuentran en naves.

Encontramos en La Vanguardia opiniones de los detractores y defensores de este tipo de explotaciones: “Los ecologistas defienden que las macrogranjas no

garantizan las condiciones mínimas de higiene y seguridad de los animales. Las principales críticas se centran en su gran impacto ambiental, con la descomposición de purines y su emisión de gases contaminantes, o la contaminación del suelo si hay exceso de desechos que son utilizados como abono.

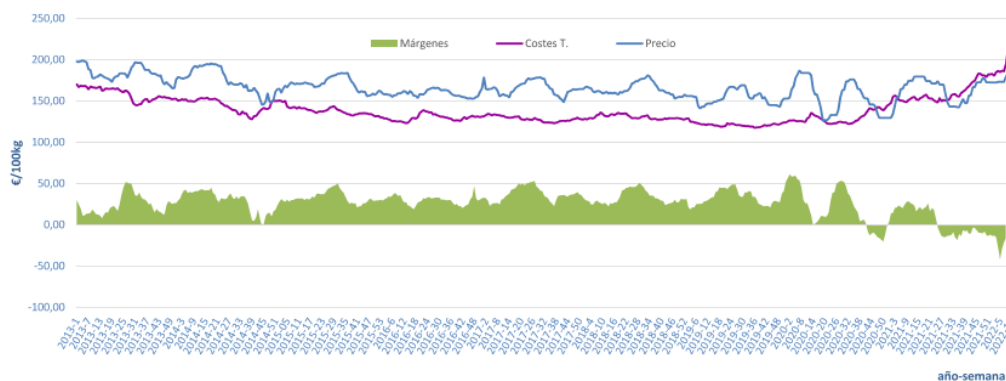
Los defensores de este tipo de instalaciones aseguran que estas siguen protocolos para cuidar el entorno natural y que favorecen la actividad económica en pueblos pequeños y zonas rurales” (Tortajada, 2022)

En febrero de este año, estalla de nuevo la guerra de Ucrania y Rusia. Esto no ha tenido más que inconvenientes para el sector. Esta guerra ha originado que los precios en la luz y gas aumenten un 400% y un 130% respectivamente, a lo que se suma que estos dos países son exportadores de trigo, y con el conflicto, se ha producido un gran desabastecimiento, lo que ha hecho escasear el alimento para los animales.

Todo el conjunto hace que el negocio, tanto de carne como de huevos, llegue a ser insostenible, como se aprecia, respectivamente, en los Gráficos 2.2.2 y 2.2.3. En el Gráfico 2.2.2 es donde mejor se puede ver la insostenibilidad del negocio de carne, donde los márgenes son negativos durante dos ejercicios consecutivos. En el 2.2.3 parece que los márgenes van resurgiendo, pero de manera mínima, y desde 2020 los márgenes han sido insostenibles. Hay 5000 granjas que han amenazado con cierres masivos por la falta de rentabilidad. Los avicultores exigen, entre otras medidas, una subida de 8 céntimos/Kg del precio al que se vende el pollo en los supermercados y otros ocho al criador por parte de la integradora⁶.

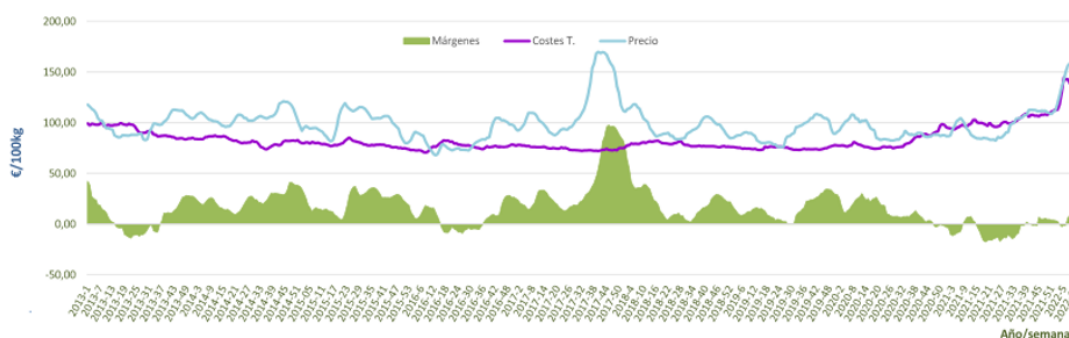
⁶ Es una forma de avicultura por contrato donde las integradoras avícolas (mataderos) contratan granjas para criar pollos. Una vez que los pollos crecen por completo, se les paga a los avicultores y los pollos se venden en el mercado final.

Gráfico 2.2.2: Relación “Costes totales producción/precio de la carne de pollo” en el mercado español 2013-2022 serie semanal (€/100kg).



Fuente: SG Medios de Producción Ganaderos.

Gráfico 2.2.3: Relación “Costes totales producción/precio de los huevos” en el mercado español 2013-2022 serie semanal (€/100kg).



Fuente: SG Medios de Producción Ganaderos.

Lo último, por el momento, de este 2022 ha sido la vuelta de la gripe aviar. En los humanos no presenta peligro, pero si en los animales por su elevada mortalidad tras su infección. Además, se han cerrado fronteras para la exportación de los productos derivados de este sector, algo que tiene efectos muy negativos económicamente para este.

3. GENÉTICA AVÍCOLA.

Damerow (2010) expone en su obra que el pollo, tal como lo conocemos hoy, es una criatura creada por el hombre. Todas las variedades han sido desarrolladas por el diseño humano a partir de gallos silvestres del sudeste de Asia. Una raza

de pollos se convierte en tal por pura invención humana, aunque las razas presenten de por sí diferencias genéticas.

Una línea genética es el conjunto de los pollos que tienen características reconocibles que los distinguen fácilmente de otros individuos de su raza y variedad y que tienen la capacidad de transmitir estas características a su familia. Se desarrolla trabajando durante muchas generaciones con una misma familia de aves.

Cada línea va a pertenecer a razas de exposición, ponedoras comerciales, broilers comerciales, pollos de granja de doble aptitud⁷ y razas de combate⁸. Cada uno de estos grupos tiene poco contacto entre sí y en cada uno se enfatizan los caracteres que son importantes para los objetivos del criador. Por el contrario, las características irrelevantes se ignoran y, así, a la larga desaparecerán.

En las líneas a estudiar en este trabajo, ponedoras y broilers, el énfasis se centra en su función. Los propietarios de estas líneas industriales crían selectivamente para obtener producciones extremas. En cambio, los propietarios de las líneas de exposición crían selectivamente para obtener aspectos extremos en su forma.

3.1. Características.

Damerow en su *Guía de la cría de pollos y gallinas*, examina nueve características, que pueden ser importantes o no, según se trate de una línea u otra:

- Deseo de incubar⁹. Para la producción de carne, es decir, para la línea de broilers, es irrelevante, puesto que no llegan a una edad suficiente para la puesta. En las líneas de exposición puede llegar a ser perjudicial: cuantos más

⁷ Una gallina ponedora que invierte más energía en desarrollar músculos que las líneas comerciales se considera de doble aptitud, lo que significa que es apropiada tanto para producir carne como para obtener huevos. Dado que estos pollos no ponen tan bien como las razas ponedoras ni crecen tan bien como las razas de carne, algunos consideran que son inapropiados para uno y otro propósito.

⁸ "El Proyecto de Ley de Protección y Bienestar Animal presentada por Ione Belarra y su equipo del Ministerio de Derechos Sociales, que se aprobó el pasado mes de febrero, podría entrar en vigor a finales de 2022 y son muchos los puntos que han cambiado y que no están exentos de controversia". (Garlo, 2022)

"Esta práctica estará entre las más fuertemente penadas de la ley, que además servirá para prohibirla en las dos únicas comunidades de España que aún la permiten: Canarias y Andalucía. Actualmente, en el archipiélago están vetadas las peleas de gallos en todas las localidades donde no "se hayan venido celebrando" tradicionalmente, lo que abre un amplio margen legal para su celebración. En la comunidad andaluza, por su parte, el veto se levanta en aquellas peleas "de selección de cría para la mejora de la raza y su exportación" a países donde sí estén permitidos estos espectáculos". (Ríos, 2022)

⁹ Tendencia de una gallina a ponerse clueca. No produce huevos una vez que empieza a incubar.

huevos se obtienen de gallinas valiosas, más probabilidad de que se llegue a obtener un pollo perfecto y es lo que no se quiere, porque lo que atrae de esas líneas son sus peculiaridades.

Al contrario de estas dos líneas, las de combate tienen el propósito de mantener su línea poniendo e incubando huevos.

- La fecundidad. La capacidad de poner grandes cantidades de huevos interesa a líneas de ponedoras comerciales, pero no a las de carne. Para las de exposición tiene mucha menos importancia la descendencia que las características externas. En las líneas de doble aptitud y de combate, a las malas ponedoras las sacrifican para que no reproduzcan esta tendencia.
- La fertilidad. Es importante para las bandadas de reproductoras, pero para las ponedoras es irrelevante, puesto que no necesitan de gallo para su función. En la línea de exhibiciones, el potenciar ciertos aspectos morfológicos conlleva la pérdida de fertilidad. En las razas de combate se potencia la fertilidad porque un gallo muy fértil es un buen gallo de pelea.
- La capacidad de forrajear¹⁰. Es irrelevante para las líneas industriales y las de exposición, ya que se crían en confinamiento: las primeras, por eficiencia y control de enfermedades y las segundas, para proteger los músculos y el plumaje. Para las aves de pelea es un modo de hacer ejercicio, por lo que sí es relevante para ellas.
- El color del plumaje. Es irrelevante en las ponedoras comerciales, aunque la mayoría de las líneas resultan blancas. En las aves de carne, el blanco da imagen de un aspecto limpio y pulcro. La mayor variedad de color de plumaje se da en las de exposición.
- El tamaño. Es importante para las cinco líneas. Para las ponedoras el tamaño pequeño favorece la eficiencia. En las de carne, es preferible un tamaño grande aunque sea un crecimiento antinatural. Las de exposición se ajustarán a lo establecido llegando a ser tamaños extremos a la baja y al alta afectando a la fertilidad y fecundidad. En las de combate, se establece un peso medio de 2,5 kg acorde con la agilidad. Las líneas de doble aptitud tienen un tamaño medio para conseguir un equilibrio entre a eficiencia de puesta y en la producción de carne.

¹⁰ Capacidad de buscar alimento o buscar alimento óptimo.

- El temperamento. Las aves de carne son propensas al pánico y a amontonarse, las ponedoras son nerviosas e inconstantes, y en las de exposición es esencial la docilidad, al igual que en las de combate.
- El tipo morfológico. La mayor diversidad se encuentra en las granjas tradicionales, donde atrae lo que tiene forma inusual o extraña. En la industria se centran en los caracteres específicos de producción, lo que da lugar a una uniformidad tanto en ponedoras como en aves de carne. En las líneas de exposición y combate, su aspecto morfológico es un carácter esencial.
- El vigor, que se refiere a la resistencia a las enfermedades y la capacidad de adaptarse al ambiente. Los broilers necesitan vigor a corto plazo, puesto que viven hasta las 8 semanas, y después son sacrificados. Su vigor, al igual que el de las ponedoras, se basa en fármacos más que en su vigor natural.

Cierto es que dentro de las ponedoras, las de jaulas están más protegidas a enfermedades que las de suelo, ya que estas últimas están en contacto permanente con sus desechos, al contrario que las de jaula.

Las de exposición deben tener vigor para soportar las muestras que obtienen de ellas, pero no es relevante. En las granjas tradicionales tienden a poseer gran vigor por su longevidad y la ley del más fuerte. Además, ese vigor se lo transmiten a su descendencia.

Las líneas de combate ganan en vigor frente al resto.

Se establece que cuanto mayor sea la diversidad genética, mayor será la probabilidad de encontrar individuos con el potencial para mejorar las características o resistir enfermedades y otros agentes estresantes que tienen que ver con el medio ambiente.

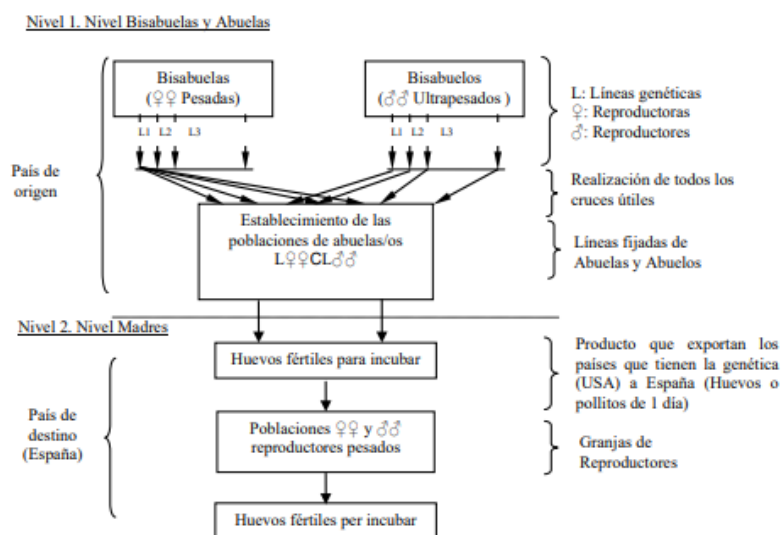
Cada vez mayor número de personas ilustradas en el mundo avícola ven a las razas más antiguas como un seguro a todo riesgo, ya que sus rasgos genéticos pueden resultar útiles en el futuro por tratarse de razas puras.

Según Darwin (1859), “Las especies que sobreviven no son las más fuertes, sino aquellas que se adaptan mejor al cambio”.

4. SISTEMA PRODUCTIVO.

Tanto el subsector avícola de carne como el de avícola de puesta, parten de un mismo punto: las granjas reproductoras. En la Figura 4, se ve reflejado en los niveles 1 y 2, correspondientes a las bisabuelas/os y abuelas/os (Parent Stock).

Figura 4: Esquema de fases de producción (Nivel 1 y nivel 2).



Fuente: UAB (2003). Manual de avicultura.

El informe de la UAB sobre el *Manual de avicultura* explica que, cuando hablamos de reproductores nos referimos al Parent Stock, es decir, a los padres de las aves que nos dan el producto final (abuelas), bien sea carne o huevos. Ahora bien, por lo general, la fase de reproducción de gallinas de puesta (estirpes ligeras/semipesadas¹¹), se hace al margen de la empresa de producción de huevos. Normalmente, se hace por la casa de selección genética a nivel internacional y lo que se compran son las pollitas de un día de vida y futuras ponedoras, para su posterior crianza y postura.

En cambio, las empresas de avicultura de carne suelen tener incorporados los procesos de reproducción (Parent Stock), es decir, son las integradoras las que se encargan de todos esos procesos para que, al final, busquen a un granjero con una instalación para finalizar el proceso de engorde del pollo y se consiga el producto final. Por eso, cuando hablamos de reproductores nos solemos referir

¹¹ En el mercado existen varias razas de gallinas ponedoras que se clasifican en gallinas ligeras, semipesadas y pesadas, dependiendo de si su fin es la gestación de huevos, el consumo diario de huevos o la cría de pollos de engorde, respectivamente.

a reproductores de estirpes pesadas, progenitores de los futuros pollos de carne. Las fases anteriores de selección y multiplicación¹², Grand Parent Stock (abuelas), Grand Grand Parent Stock (bisabuelos) etc... suele estar realizado por las empresas de selección genética a nivel internacional (principalmente Aviagen y Cobb) (*Manual de avicultura, UAB, 2003*).

En el Capítulo 6, se explicará con detalle toda la cadena productiva.

En Damerow (2010) se explican los procesos para conseguir como producto final los huevos de las gallinas ponedoras y la carne de las gallinas de engorde:

4.1. Gallinas ponedoras.

Se parte de que hay gallinas ponedoras de jaula, de suelo, camperas y ecológicas. Dicho esto, desde los primeros tiempos en que se domesticaron los pollos, los criadores intentan obtener el mayor número posible de huevos de sus gallinas a través de la cría selectiva, el perfeccionamiento de la nutrición y la optimización del manejo de las ponedoras.

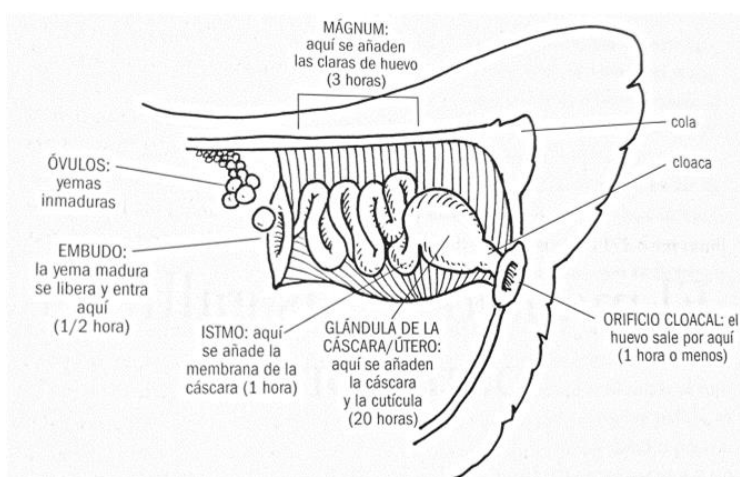
Las gallinas ponedoras eficientes tienen estas cuatro características deseables: ponen un gran número de huevos al año, tienen el cuerpo pequeño, empiezan a poner a los 4 o 5 meses de edad y no son propensas a nidificar.

Las hembras empiezan su vida productiva con dos ovarios, pero al crecer su ovario derecho no se desarrolla y es el izquierdo el único funcional. Este ovario izquierdo contiene todas las yemas (óvulos) no desarrolladas aún con las que la gallina empezó su vida. Cuando la pollita llega a la edad reproductora, las yemas maduran una tras otra. Cada 25 horas, la gallina pone un huevo y la ovulación suele producirse dentro de la hora siguiente a la puesta del huevo anterior. Las mejores ponedoras ponen entre 250 y 280 huevos como media al año. En la Figura 4.1 podemos ver todas las etapas de desarrollo de un huevo hasta su obtención en un periodo de 25 horas aproximadamente.

¹² Selección: fase de producción de huevos que son incubados y cuyo destino será la producción de aves de cría.

Multiplicación: fase donde se mantiene a las aves de cría, dedicadas a producir huevos para incubar que al eclosionar producirán aves destinadas a la reproducción.

Figura 4.1: Ciclo de formación de un huevo.



Fuente: Damerow (2010). Guía de la cría de pollos y gallinas.

Es destacable la raza mediterránea Leghorn, que es especialmente eficiente poniendo huevos de cáscara blanca, pero tiene como inconveniente el ser muy inconstante. Las gallinas de híbridos comerciales que ponen huevos marrones son casi tan buenas como estas mencionadas anteriormente y no son tan inconstantes, ya que derivan de razas estadounidenses que son más tranquilas que las mediterráneas.

A parte de la raza y la edad de la gallina, su índice de puesta se ve afectado por la temperatura. Lo idóneo es entre 7° y 27°, si no, la producción disminuirá.

Hacia los dos años, la mayoría de las ponedoras son sacrificadas para ser repuestas por pollitas jóvenes y más eficientes, tras haber pasado por el proceso de la muda.

4.2. Pollos de engorde.

Entre todas las distintas especies ganaderas, los pollos son los que requieren una menor inversión de tiempo y de esfuerzos para producir carne. Al cabo de unas pocas semanas la tarea de criar pollos finaliza.

Cualquier pollo que este sano puede destinarse al consumo, pero hay razas más apropiadas que otras y las más eficientes comparten estas cuatro características: crecen y desarrollan el plumaje con rapidez, alcanzan el peso previsto en un mínimo de tiempo, son anchas de pecho y tienen plumas blancas que facilitan el desplume.

Cuanto más rápido crezca un ave hasta el peso previsto para sacrificarla, más tierna será y más económica resultará su cría. Los broilers híbridos de Cornish son las más eficientes, lo único que hacen es comer, crecen rápidamente y con la carne tierna, y pueden alcanzar 2,25 kg en 6 o 7 semanas. Estas aves viven poco tiempo y su capacidad de crecer rápidamente con la mínima cantidad posible de alimento es la prioridad sobre su aspecto físico.

Las aves de raza pura son más resistentes que estos pollos comerciales, pero crecen más lentamente: llegan a alcanzar los 2,25 kg a las 9 o 10 semanas, su carne tiene menos grasa, textura más firme, la pechuga más fina, la carne más oscura y tienen un sabor más fuerte.

Se puede diferenciar varios tipos de aves de carne:

- El pollo picantón, que se sacrifica con un mes de edad con 200 gramos de peso.
- El pollo tomatero, que se sacrifica entorno a los 500 y 1000 gramos.
- El pollo propiamente dicho, que se sacrifica con un máximo de 20 semanas y un peso de entre 1 y 2 kg.
- La pularda que es la hembra castrada, y que se sacrifica con 2,5 a 3 kg a los 6-8 meses. Su carne es muy apreciada en la alta cocina.
- La gallina propiamente dicha, que es la hembra adulta, y que se sacrifica después de agotar su capacidad de puesta y se emplea para la preparación de sopas y caldos.
- Los Capones son los gallos a los que se castra para canalizar su energía en el crecimiento continuo en vez de dedicarla a la madurez sexual. Estos son más caros de criar que un pollo normal y no se sacrifican hasta que pesan de 3 a 3,5 kg, en unas 20 semanas.

5. DINÁMICA DE SISTEMAS.

5.1. Origen histórico.

La Dinámica de Sistemas se dio a conocer como consecuencia de la resolución de un problema en una empresa electrónica que, aunque tenía pocos clientes, sus pedidos eran estables y previsibles. Aun así la cadena de producción de los aparatos electrónicos siempre sufría variaciones, operando en un entorno estable. Esto se resolvió gracias a Jay W. Forrester: su análisis aclaró que las

variaciones se debían a la combinación de estructuras de realimentación y de retrasos en la transmisión de información. Así, Forrester pudo establecer las bases de lo que es hoy en día la Dinámica de Sistemas (Aracil y Gordillo, 1997).

Antes de recibir este nombre, se referían a esta metodología como Dinámica Industrial. A partir de los años 50 se empezó a introducir en los medios profesionales y en los 60 se implanta en entornos diferentes a los industriales y es cuando finalmente se denomina Dinámica de Sistemas (Aracil y Gordillo, 1997).

5.2. Introducción.

La denominación de esta metodología puede parecer algo complicado y cuya solución se da a través de complejas ecuaciones matemáticas. Al final de este apartado se aclarará que la dinámica de sistemas es una metodología sencilla y que hace frente a los problemas más cotidianos que nos podemos encontrar en el día a día, los cuales no se resuelven con enredados términos matemáticos. (García y Sterman, 2017)

Por lo tanto, ¿Qué es la metodología de la Dinámica de Sistemas?, ¿Para qué sirve?

Se puede definir Dinámica de Sistemas como la técnica para analizar y modelizar el comportamiento temporal en entornos complejos. Sus campos de aplicación son muy diversos, van desde sistemas industriales, socioeconómicos, sociológicos, sistemas ecológicos, medioambientales, de recursos energéticos, hasta su aplicación en problemas de defensa nacional (Aracil y Gordillo, 1997).

El objetivo de esta metodología no es predecir detalladamente el comportamiento futuro, sino que el estudio de los que denominamos “sistemas” y la aplicación de diferentes soluciones nos harán más sencillo el mundo real tras conocer la efectividad a largo plazo de nuestro estudio.

5.3. Elementos de la dinámica de sistemas.

Tras el análisis de los elementos del sistema podremos construir el modelo. Para ello hay que seguir los siguientes pasos:

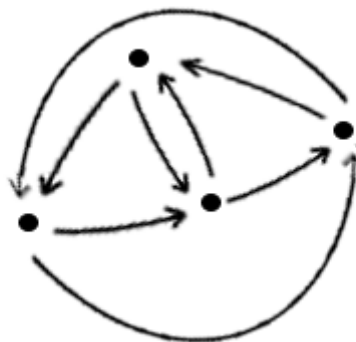
1. Identificar el problema: elección de las variables relevantes para el estudio del sistema.

2. Definir el sistema: determinación de las relaciones causa-efecto de las partes interrelacionadas que explican cómo se comporta el sistema.
3. Representación del sistema: construcción del modelo del sistema a partir de los elementos y las interrelaciones a partir de los diagramas de flujo de Forrester.

Llegados a este punto, y tras referirnos desde un primer momento al concepto de sistema, éste se puede definir de varias formas. La más conocida es la referencia a un sistema como método para la resolución de un problema. En nuestro ámbito el término “sistema” es conocido como un conjunto de partes interrelacionadas entre sí y del que interesa conocer su comportamiento. (Aracil y Gordillo, 1997)

El grafo que representa un sistema vendría a ser:

Figura 5.3: Grafo que representa un sistema.

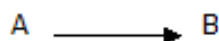


Fuente: Dinámica de Sistemas. (Aracil y Gordillo, 1997)

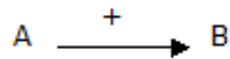
En la Figura 5.3 los nodos son la representación de los elementos del sistema y sus arcos las relaciones de influencia (causa – efecto) entre ellos. Además, el cambio de uno de los nodos influye en el resto puesto que están interrelacionados.

5.3.1. Diagrama causal.

Cuando se habla de influencia, hacemos referencia al termino de causalidad y de ahí es de donde deriva el Diagrama Causal, que es el esquema de relaciones causa-efecto existentes entre los elementos del sistema. La explicación de estas relaciones puede definirse como el vínculo entre dos variables, *A* y *B*. *A* va a influir en *B*, por lo que *A* es la variable casusa y *B* es la variable efecto. Esto se representa por una flecha:



Además de la relación de influencia que tienen, sus valores pueden ordenarse y ser positivos o negativos:

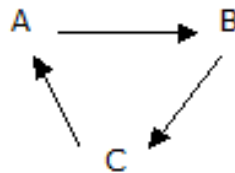


Así, tendrá signo positivo cuando los elementos A y B tengan relación directa y un aumento en A suponga un incremento de B o una disminución de A suponga una disminución de B .



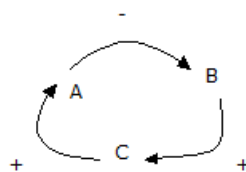
Si A y B se relacionan de forma inversa, el signo es negativo y un decremento de A aumentará el valor de B o un aumento de A disminuirá el valor de B .

Estos sistemas pueden ser más complejos y tener hasta n variables: son los sistemas de estructura compleja:

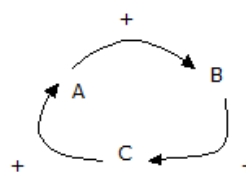


Estos sistemas complejos se convertirán en ciclos o bucles¹³ de realimentación positivos o negativos:

- Ciclo o bucle de realimentación negativa: la variación de un elemento contrarresta la variación inicial del bucle a lo largo del tiempo. En ellos, el número de relaciones causa-efecto negativas es impar.



- Ciclo o bucle de realimentación positiva: la variación de un elemento refuerza la variación inicial a lo largo del tiempo y el número de relaciones causa-efecto negativas es par o nulo.



¹³ Se refiere a bucle como cadena cerrada de relaciones causales.

Los bucles negativos llevan hacia situaciones estables mientras que los positivos a inestables. En la realidad los sistemas contienen ambos tipos de bucles y el comportamiento final dependerá de cuál resulte dominante.

5.3.2. Diagrama de Forrester.

Una vez construido el diagrama causal, se procederá a la elaboración del diagrama de flujos o diagrama de Forrester, que es el diagrama característico de la Dinámica de Sistemas. Lo que se quiere conseguir es pasar de un sistema descrito por un grafo a un sistema dinámico para explicar cómo se genera el comportamiento interno del sistema.

Forrester (1975), clasifica las variables que aparecen en el diagrama causal en tres grupos:

- Variables de estado¹⁴ (Niveles): son las variables más importantes objeto de estudio y representan los valores que son más significativos.
- Variables de flujo (Flujos): están asociadas a las variables de estado y determinan su variación a lo largo del tiempo.
- Variables auxiliares: representan los pasos intermedios para determinar las variables de flujo a partir de las variables de estado. Su variación es instantánea en función de cómo haya variado la variable de estado.

A la hora de definir si una variable es de estado o auxiliar, hay que tener en cuenta diferentes consideraciones puesto que puede ser algo confuso. Las variables de estado presentan sus cambios lentamente mientras que las variables auxiliares cambian instantáneamente ante la variación de la variable de estado. Además, hay que tener en cuenta que las variables de estado siempre conservan su valor, mientras que las de flujos pueden quedarse sin valor si se paraliza el proceso.

Los niveles son elementos fundamentales de un Diagrama de Forrester y representan en cada instante la situación del modelo. Presentan una acumulación medida en unidades de materia y varían solo en función de los flujos. Las nubes dentro del diagrama representan fuentes o sumideros inagotables de materia.

¹⁴ Estado: representa un punto de acumulación.

La materia que les llega puede proceder de dos sitios: de otro nivel, a través de un flujo, o de una nube. Un nivel se vacía en otro nivel o en una nube, siempre a través de flujos.



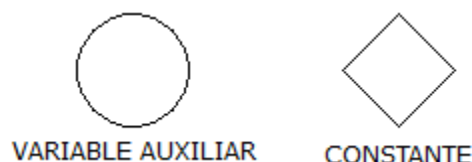
Un ejemplo de nivel puede ser el nivel de agua alcanzado en un depósito.

A cada nivel se le puede asociar un flujo de entrada y otro de salida. Por lo tanto, los flujos son variables que determinan las variaciones de los niveles del sistema. Si introducen materia serán flujos de entrada y si la extraen serán flujos de salida. Se medirán como unidades del nivel entre unidades de tiempo (u/t).



Los flujos pueden recibir información de niveles y de variables auxiliares, y se vacían en nubes y niveles.

Las variables auxiliares representan pasos o etapas intermedias en la determinación de las variables de flujo. Reciben información de cualquier variable del diagrama y envían información a los flujos o a otras variables auxiliares. Por el contrario, las constantes son elementos que no cambian de valor y no se modifican en el tiempo.



Otros símbolos empleados en los diagramas son los canales materiales y de información. Las variables de estado y de flujo están ligadas entre sí por estos:

- Canales materiales: son los que transmiten magnitudes físicas entre flujos y niveles.



- Canales de información: son los que transmiten, como su nombre indica, informaciones entre variables. A los niveles solo les puede llegar materia, nunca información.



Por último, existen variables que simulan los retrasos de tiempo en la transmisión de los materiales o las informaciones.

6. EL MODELO.

En esta sección se pretende modelizar el sistema productivo del sector avícola, estudiando por un lado el sector de las gallinas ponedoras y, por otro, el de los pollos de engorde a través de la evolución dinámica de sus respectivos modelos.

6.1. Hipótesis.

El punto de partida es establecer una serie de hipótesis para obtener y organizar la información de manera adecuada. Tras obtener la información a través del trabajo de campo preguntando a personas dedicadas a estos sectores, suponemos que, en un periodo de tiempo de $t=180$ (10 años):

- La unidad de tiempo se corresponde a 20 días ($\Delta t=20$). La explicación es que como el inicio del modelo es la incubadora y los pollitos van a estar ahí en torno a ese tiempo hasta la eclosión, se considera la unidad de tiempo adecuada.
- Tanto en el diagrama de gallinas ponedoras como de engorde, se parte de un número constante de huevos que son los producidos en las granjas reproductoras (239.616 huevos para gallinas ponedoras y 47.000 huevos para gallinas de engorde). Se establece como constante, ya que el número de huevos que producen las gallinas reproductoras no varía con frecuencia, excepto en ocasiones que haya acontecimientos puntuales que afecten al proceso de reproducción y su entorno.

GALLINAS PONEDORAS:

- Los huevos que son útiles son los fértiles y se supone que estos van a ser un porcentaje del 93% del total. Después, tras aproximadamente los 20 días de incubación y su eclosión, genéticamente se establece que nazcan un 50% machos y un 50% hembras. Teniendo en cuenta unas pérdidas de 0,22% en

relación con la unidad de tiempo (puesto que en un año las pérdidas serían de un 4%), suponemos un porcentaje de nacimientos del 49,89% de hembras y machos.

- Los machos no tienen ninguna finalidad porque no ponen huevos y no es rentable engordarlos, por lo tanto, se desechan tras la eclosión del huevo y se destinan a la fabricación de piensos y a la cetrería. Puede establecerse un porcentaje mínimo de un 0,05% de machos que pueden ser vendidos para granjeros que quieran vender su carne, aunque es muy poco común.
- Las pollitas, tras su nacimiento, son transportadas a granjas, en las que pasan unas 16 semanas, granjas de recría, hasta que empiezan a tener vida productiva y ponen su primer huevo. Estas 16 semanas se convierten en aproximadamente 6 unidades de tiempo. Las pollitas que se pueden perder en esas 6 unidades de tiempo son un 2%, que en 1 unidad de tiempo sería una pérdida de un 0,33%.
- Tras el paso de las 6 unidades de tiempo, se las lleva a las granjas de ponedoras donde pasaran toda su vida productiva. En un mes las pérdidas pueden ser como máximo del 1%, por lo que vamos a suponer que las pérdidas en una unidad de tiempo serán de 0,33%, para no llegar al máximo. La vida productiva de una gallina puede establecerse aproximadamente en un año. Tras finalizar esta, se puede realizar, el proceso de muda y hacer que puedan ser de nuevo productivas un año más o, vender su carne. Por esto, las gallinas van a ser renovadas cada dos años, por lo que vamos a establecer una condición referida al tiempo (variable auxiliar de tiempo) donde a partir de los dos años ($t=37$) vamos a empezar a vender las gallinas en cada unidad de tiempo. Antes de eso, la venta será de 0. La cantidad a vender será, las gallinas acumuladas hasta $t=37$, entre las unidades de tiempo que hay, desde que empieza a haber gallinas en la granja de ponedoras ($t=8$) y hasta $t=37$.
- Una gallina pone un huevo, aproximadamente, cada 26 horas. Si nuestra unidad de tiempo tiene 480 horas, se establece una producción de 18,46 huevos por gallina y unidad de tiempo.
- Durante la puesta de huevos, las pérdidas varían dependiendo de la edad de las gallinas. Las cuatro primeras semanas el porcentaje de pérdidas es de un 10%. Tras estas cuatro semanas se perderán un 3%-5% y a partir de

la semana 60 de edad hasta su fin productivo un 7%-10%. Para hacer más sencilla la estimación se va a establecer a unas pérdidas de 5% en 56 semanas, por lo que en una unidad de tiempo serían de un 0,20%, y por tanto, se va a suponer que se vende el 99,8% de la producción.

- Todos los niveles establecidos: incubadora, granjas de recría, granja de ponedoras y huevos de consumo, se inician vacíos.

POLLOS DE ENGORDE:

- En la incubadora habrá un 4% de pérdidas anuales correspondientes con un 0,22% en 1 unidad de tiempo. Los pollitos que sobreviven serán transportados a las granjas de engorde, donde pasarán aproximadamente 49 días (redondearemos a 2 unidades de tiempo).
- Las pérdidas durante esos 49 días son de un 4%, que se corresponden con un 1,6% en cada unidad de tiempo. Las ventas finales serán de un 98,4% del total de la producción.
- Los niveles establecidos: incubadora y granjas de engorde se inician vacíos.

6.2. Variables del modelo: Gallinas ponedoras.

INCUBADORA PONEDORAS: es el nivel que corresponde al número de huevos fértiles que hay en una incubadora:

- Flujo de entrada (FÉRTILES): los huevos fértiles, que se obtienen de un número constante de huevos proveniente de las granjas reproductoras de pollitas ponedoras (HUEVOS FEC), cuya cifra se establece en 239.616 huevos, por el porcentaje de huevos que resultan útiles y por tanto fértiles, un 93% (% Fértiles).
- Flujos de salida. Este nivel tiene 3 salidas:
 - MACHOS: el número de pollitos machos que se obtiene es de un 49,89% del total (% MACHOS). Esta acumulación de machos supone un flujo de entrada en un nuevo nivel (TOTAL MACHOS). Como se ha explicado en las hipótesis, los flujos de salida de los machos son dos: un porcentaje mínimo se venden, % VENTA MACHOS, (0,05%), y el resto, un 99,95% son sacrificados por su nula rentabilidad (% MACHOS DEF).
 - HEMBRAS: el número de pollitas hembras que nacen de las incubadoras, un 49,89 % del total, se van a ir acumulando en las granjas

de recría (G RECRÍA), en las que están 6 unidades de tiempo (16 semanas) hasta que comienzan su vida productiva. Cada 20 días van pasando por niveles consecutivos, convirtiéndose de flujo de salida de un nivel, a flujo de entrada del siguiente nivel (% E RECRÍA), hasta acumularse en la GRANJA DE PONEDORAS las gallinas resultantes de esas 6 unidades de tiempo, habiéndose restado las pérdidas que se han ido produciendo en ese tiempo. Esas pérdidas suponen un porcentaje de salida constante cada unidad de tiempo de un 0,33%.¹⁵

- PÉRDIDAS I (Pérdidas de incubadora): del número total de huevos que se estaban incubando hasta su eclosión hay un 0,22% que se pierde.

GRANJA DE PONEDORAS: Este nivel, como ya se ha ido explicando surge de la acumulación de las pollitas en esas 6 unidades de tiempo hasta que comienza su vida productiva.

- Flujo de entrada: el porcentaje de salida de pollitas de los últimos 20 días en la granja de recría en un 99,67%. (% E RECRÍA).
- Flujos de salida:
 - Defunciones (DEFUNCIONES G): se pierde en torno a un 0,33% (% PERDIDAS GF) del total de gallinas ponedoras por unidad de tiempo.
 - Venta matadero: como ya se ha explicado en las hipótesis, a los dos años se comienzan a vender las gallinas que han ido entrando en cada unidad de tiempo por ya no ser productivas.

HUEVOS DE CONSUMO: es el último nivel del diagrama en el que se acumulan los huevos que ponen en las granjas de gallinas ponedoras:

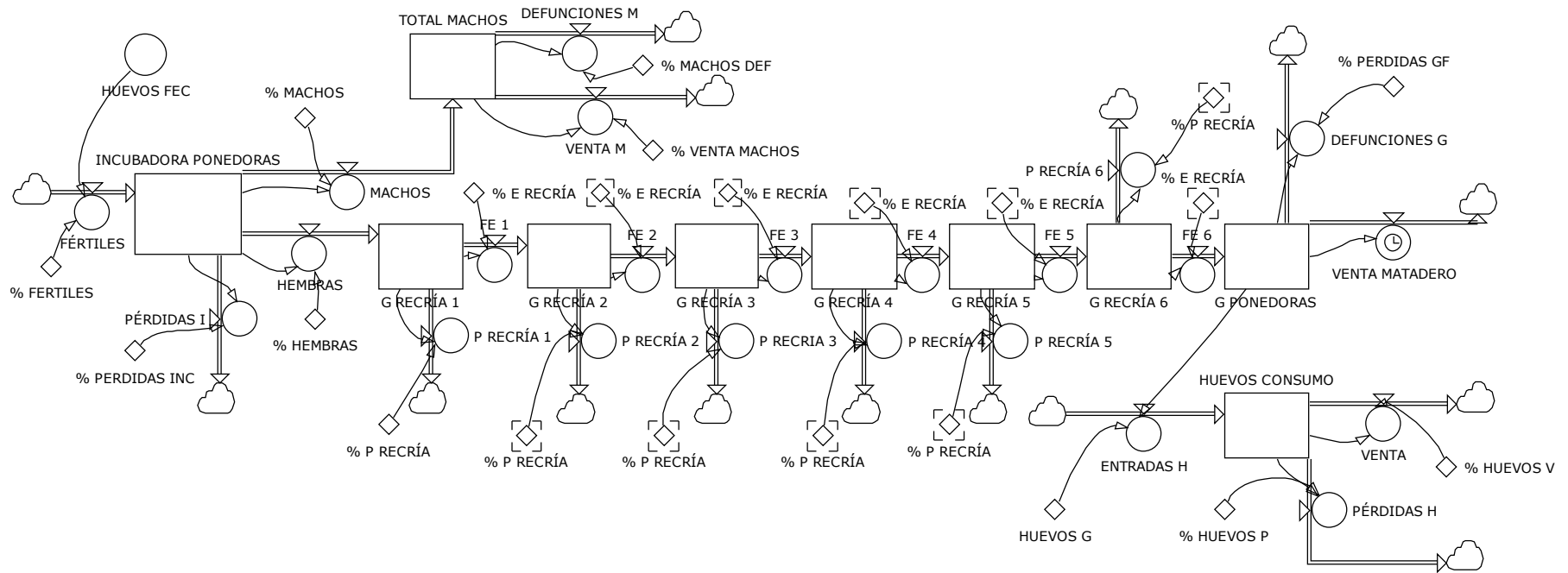
- Flujo de entrada: es el producto del número de gallinas que hay en las granjas ponedoras, por el número de huevos que pone una gallina por unidad de tiempo, que es de 18,46 huevos (HUEVOS G).
- Flujos de salida:

¹⁵ Dada la limitación del programa al no poder usar más que un número muy reducido de variables, se ha hecho una captura de variable al porcentaje de pérdidas que se da en 16 semanas (% P RECRÍA) y al porcentaje de entrada (% E RECRÍA), al ser siempre el mismo.

- Venta: es el porcentaje del total de huevos que se vende, será de un 99,8% (% HUEVOS V).
- Pérdidas (PÉRDIDAS H): será el porcentaje de huevos que se pierden porque no siguen las normas de la Unión Europea sobre la comercialización de huevos en cuanto a la cáscara y cutícula, cámara de aire, clara, yema, germen y olor.¹⁶ (% HUEVOS P), que será de un 0,2%.

¹⁶ “Artículo 2 del Reglamento (CE) Nº 589/2008 de la Comisión de 23 de junio de 2008, por el que se establecen las disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) Nº 1234/2007 del Consejo en lo que atañe a las normal de comercialización de huevos” Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado.

Figura 6.2: Diagrama de Forrester (Gallinas ponedoras).



Fuente: Elaboración propia a partir de Powersim.

Tabla 1: Evolución de las principales variables del modelo.

t	I Ponedoras	G RECRÍA 1	G RECRÍA 6	G Ponedoras	H Consumo
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	222.842,88	0,00	0,00	0,00	0,00
2	222.842,88	111.176,31	0,00	0,00	0,00
3	222.842,88	111.176,31	0,00	0,00	0,00
4	222.842,88	111.176,31	0,00	0,00	0,00
5	222.842,88	111.176,31	0,00	0,00	0,00
6	222.842,88	111.176,31	0,00	0,00	0,00
7	222.842,88	111.176,31	109.353,97	0,00	0,00
8	222.842,88	111.176,31	109.353,97	108.993,10	0,00
9	222.842,88	111.176,31	109.353,97	217.626,53	2.012.012,68

Fuente: Elaboración propia a partir de Powersim.

Analizando la Tabla 1, que establece la evolución de cada uno de los niveles del modelo, se puede observar el número constante de gallinas que hay tanto en la incubadora, como en las granjas. Esto se debe a que siempre dependen de un porcentaje constante, a no ser que ocurran acontecimientos puntuales, como se estudiará en el análisis de sensibilidad.

Suponemos que todos los niveles parten de cero y, como se ve en la tabla, con el paso del tiempo, en nuestro caso, cada 20 días, estos niveles vacíos se van llenando y acumulando de animales. No será hasta pasadas ocho unidades de tiempo, que se llenen todos los niveles, y hasta la nueve, no se producirán huevos.

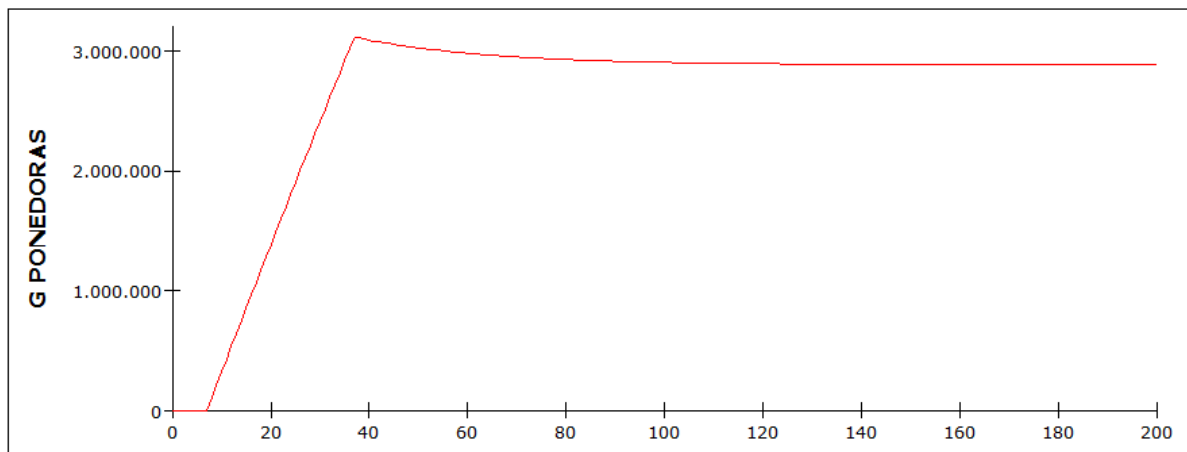
Tabla 2: Efecto del fin de la vida productiva de las gallinas ponedoras.

t	G Ponedoras	V Matadero	H Consumo
34	2.819.971,14	0,00	50.210.348,69
35	2.919.658,34	0,00	52.056.667,21
36	3.019.016,57	0,00	53.896.892,89
37	3.118.046,91	107.518,86	55.731.045,82
38	3.109.231,60	107.214,88	57.559.146,05
39	3.100.749,36	106.922,39	57.396.415,40
40	3.092.587,60	106.640,95	57.239.833,17
41	3.084.734,21	106.370,15	57.089.167,05
42	3.077.177,54	106.109,57	56.944.193,51
43	3.069.906,39	105.858,84	56.804.697,47
44	3.062.909,96	105.617,58	56.670.471,97
45	3.056.177,88	105.385,44	56.541.317,88
46	3.049.700,15	105.162,07	56.417.043,60
47	3.043.467,17	104.947,14	56.297.464,73
48	3.037.469,68	104.740,33	56.182.403,89
49	3.031.698,80	104.541,34	56.071.690,36
50	3.026.145,96	104.349,86	55.965.159,90

Fuente: Elaboración propia a partir de Powersim.

En la Tabla 2, vemos como el comienzo de la venta de gallinas al ya no ser productivas, afecta al número de gallinas de las granjas ponedoras y al número de huevos producidos. A partir de $t=37$, se comienza a vender las gallinas que entraron en $t=8$ y de manera simultánea el número de gallinas comienza a disminuir (Gráfico 6.2.1). El efecto de la venta de gallinas en la producción de huevos tiene efecto a partir de $t=39$.

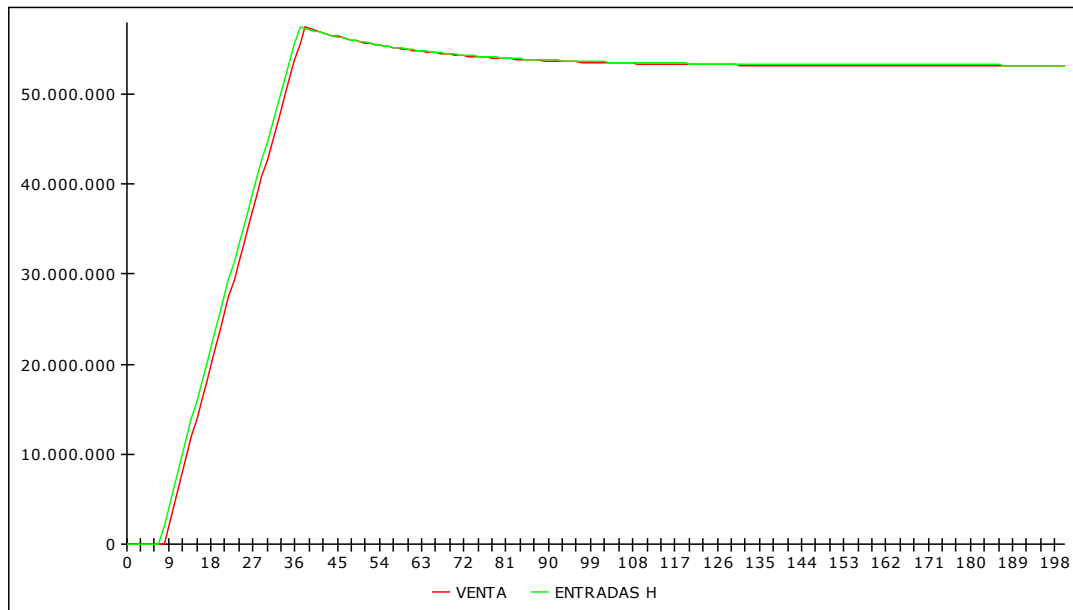
Gráfico 6.2.1: Evolución del número de gallinas ponedoras.



Fuente: Elaboración propia a partir de Powersim.

Las gallinas ponedoras no comenzarán a producir huevos hasta la novena unidad de tiempo como vemos en la Tabla 1. Partiendo de que, unas 218.000 gallinas aproximadamente habrán producido en torno a unos 2.000.000 de huevos en 1 unidad de tiempo, la evolución de la producción de huevos va a ir en aumento hasta $t=38$, como vemos en el Gráfico 6.2.2. y a partir de ahí disminuirán por la venta de gallinas como ya se ha analizado. Además de esa disminución, cada año se recogen las pérdidas de huevos por su imposibilidad de venta al no tener las características que establece el Reglamento de comercialización de huevos. La diferencia entre los huevos producidos y finalmente su porcentaje de venta se puede apreciar en el Gráfico 6.2.2, que será el margen que hay entre la línea de “VENTAS” y la línea de “ENTRADA H”.

Gráfico 6.2.2: Relación de la producción de huevos con su venta.



Fuente: Elaboración propia a partir de Powersim.

Finalizados los casi 10 años y habiendo partido de casi 240.000 huevos, se consiguieron 2.885.169 gallinas ponedoras, dando como resultado una producción de aproximadamente 53 millones de huevos.

6.3. Variables del modelo: Pollos de engorde.

Al igual que el diagrama de las gallinas ponedoras, el de los pollos de engorde se inicia desde el nivel de incubadora, pero en este caso de engorde.

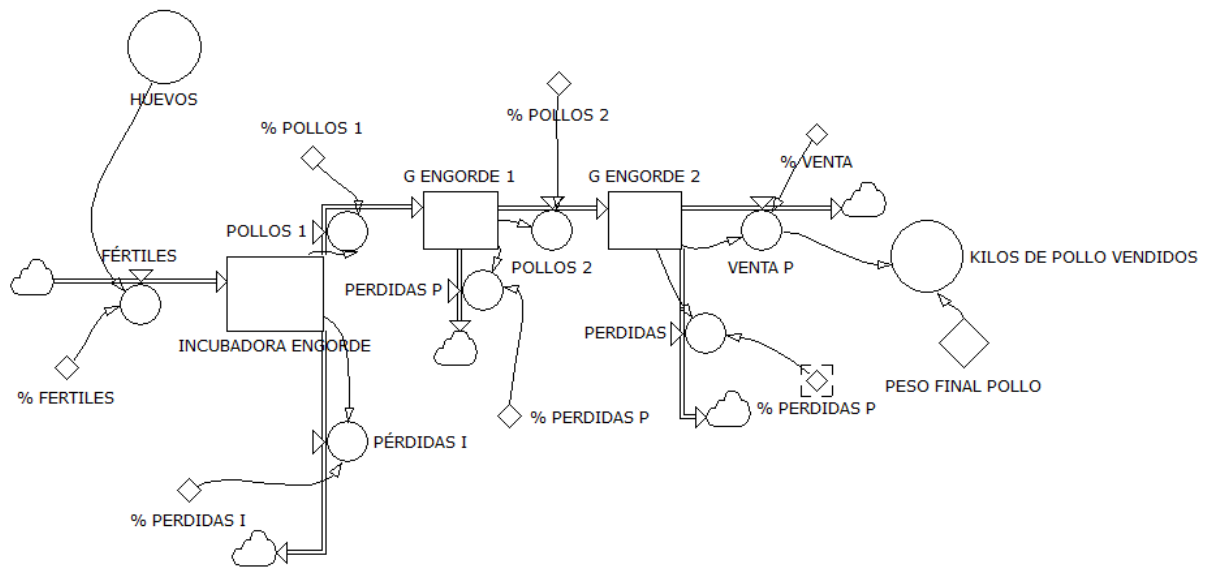
INCUBADORA ENGORDE: es el nivel que agrupa el número de huevos fértiles que hay en una incubadora:

- Flujo de entrada (FERTILES): los huevos fértiles, que se obtienen de un número constante de huevos proveniente de las granjas reproductoras de pollitos de engorde (HUEVOS), cuya cifra se establece en 47.000 huevos, por el porcentaje de huevos que resultan útiles y por tanto fértiles, un 93% (% Fértiles).
- Flujos de salida (en el caso de los pollos de engorde el proceso es más simple):
 - POLLOS: del total de huevos que se incuban, nacen un 99,78% (% POLLOS 1). Los pollos, nada más nacer, se lleven a las granjas de engorde en las que pasan 2 unidades de tiempo. Esa acumulación da

lugar a 2 niveles. Hasta conseguir el producto final, se pierde un porcentaje constante de 1,16% por unidad de tiempo. Tras las 2 unidades de tiempo, el nivel de G ENGORDE 2, tiene dos flujos de salida: la venta del pollo, que suponen un 98,4% de la producción total y las pérdidas, que serán también de un 1,16%.

- PERDIDAS I: del total de huevos que se incuban, no llegan a eclosionar un 0,22% (% PERDIDAS I).

Figura 6.3: Diagrama de Forrester (Pollos de engorde).



Fuente: Elaboración propia a partir de Powersim.

Tabla 3: Evolución de las variables del modelo en los próximos 10 años.

t	INCUBADORA ENGORDE	G ENGORDE 1	G ENGORDE 2	VENTA P	KILOS DE POLLO VENDIDOS
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	43.710,00	43.613,84	42.916,02	42.229,36	135.133,95
40	43.710,00	43.613,84	42.916,02	42.229,36	135.133,95
60	43.710,00	43.613,84	42.916,02	42.229,36	135.133,95
80	43.710,00	43.613,84	42.916,02	42.229,36	135.133,95
100	43.710,00	43.613,84	42.916,02	42.229,36	135.133,95
120	43.710,00	43.613,84	42.916,02	42.229,36	135.133,95
140	43.710,00	43.613,84	42.916,02	42.229,36	135.133,95
160	43.710,00	43.613,84	42.916,02	42.229,36	135.133,95
180	43.710,00	43.613,84	42.916,02	42.229,36	135.133,95

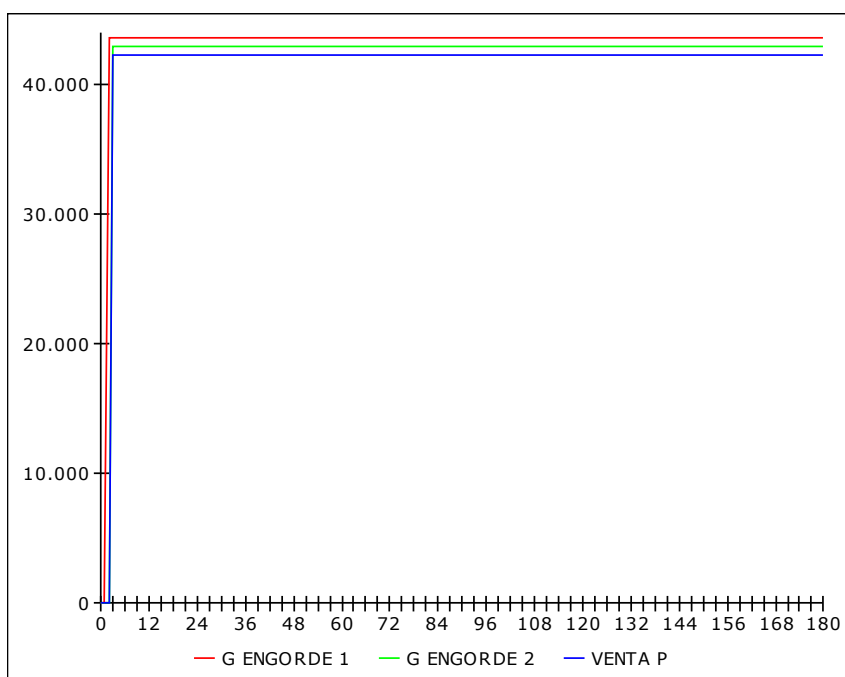
Fuente: Elaboración propia a partir de Powersim.

La Tabla 3 nos permite ver como de los 47.000 huevos, número constante a lo largo de los 10 años, que entraban a incubar, son 43.710 los que resultan fértiles, de los cuales 100 se perderán y no llegarán a eclosionar.

Tras eclosionar todos los huevos, la integradora compra esos 43.614 pollitos resultantes a la incubadora. Ese número de pollitos, si suponemos que tienen un peso de 45 gramos, serán un total de unos 1.962,63 kilos de carne que el matadero pone a disposición del granjero para que este los engorde en las 2 unidades de tiempo.

Pasadas las dos unidades de tiempo, con sus respectivas perdidas de pollos y suponiendo que cada pollo va a pesar unos 3,2 kilos¹⁷, el ganadero ha transformado los 1.962,63 kilos vivos, en una producción de 135.134 kilos vivos, equivalente a unos 42.230 pollos.

Gráfico 6.3.1: Evolución de la producción de pollos de engorde.



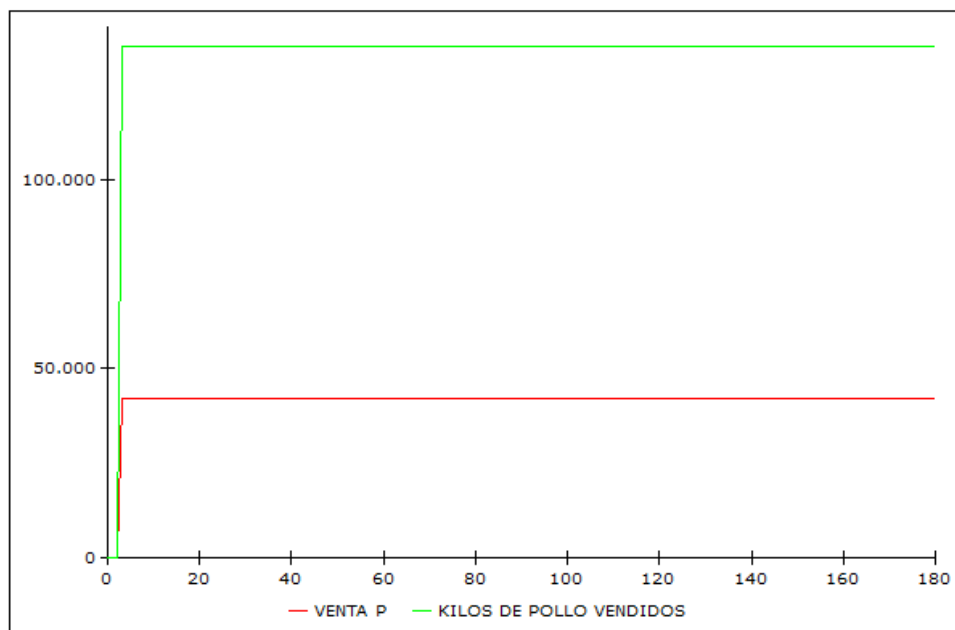
Fuente: Elaboración propia a partir de Powersim.

El Gráfico 6.3.1 parece contradictorio a lo afirmado anteriormente, pero no es así. Cierto es que como se ve en el grafico el número de pollitos que hay inicialmente en la granja de engorde disminuye en las dos unidades de tiempo

¹⁷ Los machos siempre pesan más que las hembras, en este caso para simplificar datos, suponemos que el peso medio de machos y hembras va a estar en 3,2 kilos (Anexo).

siguientes, porque hay pollitos que fallecen. Al igual pasa con el número final de pollos que llegan a la venta, es menor. Pero si hablamos en peso, es decir en kilos y no en número de pollos, el peso ha aumentado puesto que al inicio hay más pollos, pero con menor peso y al final hay menor número de pollos pero, con mayor peso. Por esto, podemos decir que la producción final aumenta, aunque en el gráfico veamos que las líneas disminuyen (Gráfico 6.3.2).

Gráfico 6.3.2: Relación de número de pollos y kilos de pollo.



Fuente: Elaboración propia a partir de Powersim.

7. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD:

7.1. Enfermedades: Gripe Aviar.

Pese a que el modelo le hemos analizado en función de un periodo de 10 años, el análisis de sensibilidad será de 2 para mayor simplicidad.

Según el Instituto Nacional para la seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH), se conoce a la gripe aviar, o gripe del pollo, como enfermedad avícola que es causada por varios virus de la gripe tipo A. El virus se encuentra de forma natural entre las aves acuáticas del mundo¹⁸ y puede infectar a las aves de corral

¹⁸ Se denomina aves acuáticas silvestres a los patos, gansos, cisnes, gaviotas y golondrinas, y aves costeras, como cigüeñas, chorlitos y andarríos.

domésticas. A las aves silvestres se les considera reservorios u organismos hospedadores de los virus de tipo A.

Las aves infectadas pueden contagiar los virus por medio de la saliva, secreciones nasales y las heces o también por entrar en contacto con superficies contaminadas. De esta manera es como se pueden contagiar las aves de corral que son objeto de estudio en este trabajo.

Nuestras gallinas ponedoras o pollos de engorde pueden infectarse por dos tipos de virus aviar:

1. Los virus altamente contagiosos, que se van a propagar rápidamente y pueden causar un gran número de muertes en 48 horas. Pueden producirse muertes súbitas de gran cantidad de aves, síntomas respiratorios, anorexia y depresión, disminución del consumo de alimento y agua, pérdida de la pigmentación de los huevos o huevos deformes o sin cáscara...
2. Los virus poco contagiosos, que van a causar síntomas leves (plumas erizadas o disminución de la producción de huevos, si son gallinas ponedoras).

En el momento que hay brotes de gripe aviar se lleva a cabo la despoblación de los grupos infectados.

Todos los casos de gripe A, ya sean altamente contagiosos o no, son de obligada declaración ante la Organización Mundial de la Sanidad Animal (OIE).

Vamos a suponer que hay un brote de gripe Aviar, con gran incidencia en la provincia de Valladolid. Se iniciará en el periodo 16 y durará dos meses, por lo que finalizará en el 18. Es de alta incidencia puesto que, lo que comenzó en una pequeña granja de ponedoras de un municipio, se ha ido contagiando a las granjas de alrededor.

Todo esto va a suponer unas pérdidas de gallinas del 100% y que afectará a la producción final de huevos. Además, de la clara incidencia económica por la reducción en la venta de huevos, también están todos los gastos que conllevará la desinfección de las naves, la compra de materiales de protección sanitaria, veterinarios, la contratación de transporte al centro de eliminación...

Como este virus, suponemos que solo afecta, de momento, a la provincia de Valladolid, a las granjas reproductoras y por tanto los huevos fecundados, y las incubadoras no se van a ver afectadas ya que en la zona no hay ese tipo de instalaciones¹⁹. Sí existe gran número de granjas de recría en la zona, pero vamos a centrarnos en que el virus ha empezado en una granja de ponedoras.

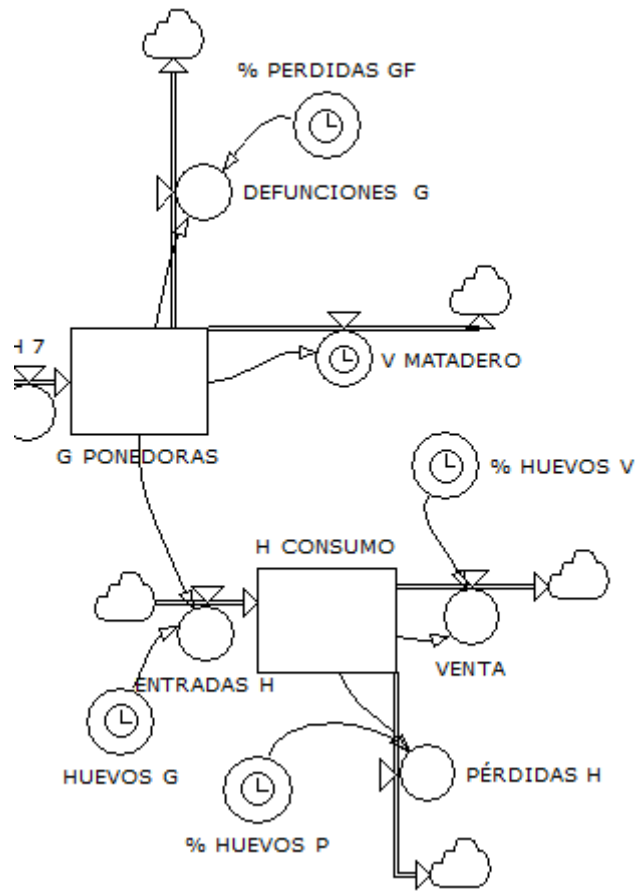
Tras detectar síntomas en alguna gallina al tener las plumas erizadas, se las pone en cuarentena. Finalmente, se concluye que tienen gripe A, por lo que la granja va a tener unas pérdidas del 100% de sus animales y por consiguiente a una nula producción de huevos durante ese periodo. Todos los animales se sacrifican a través de gas en las propias naves, y los cadáveres serán incinerados. Las naves tendrán que estar una temporada en un vacío sanitario y hasta que las autoridades no lo autoricen no se pueden volver a introducir gallinas, en nuestro supuesto, 2 meses.

Todas las naves de 1 kilómetro de distancia alrededor del punto de infección se les hace encuestas de bioseguridad y tienen que extremar la vigilancia, al igual que las que se encuentran a 5-10 kilómetros.

Veamos cómo afecta al diagrama de Forrester inicial:

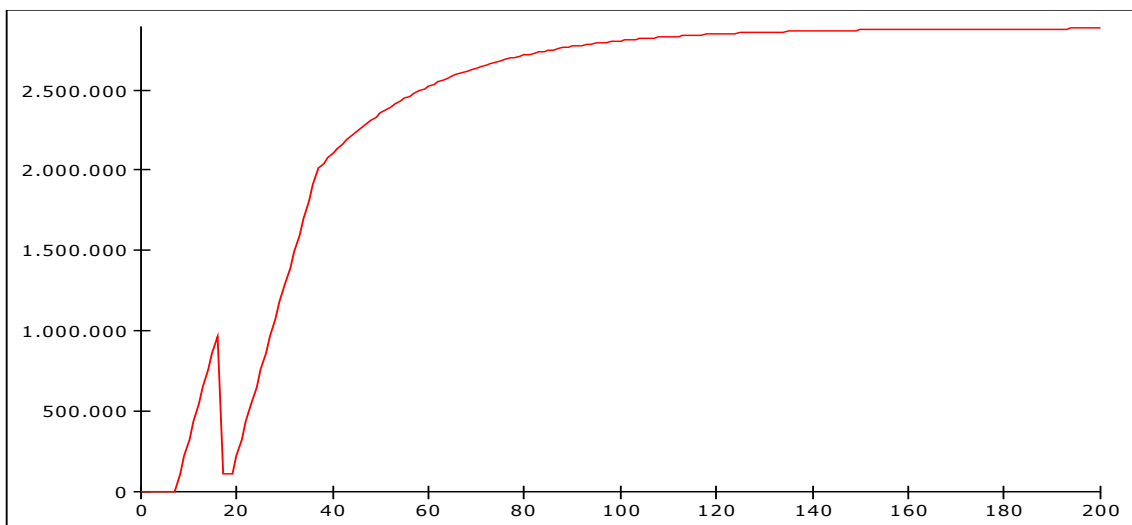
¹⁹ Las incubadoras que hay en España son: de la estirpe *Lohmann* está incubada en "Ibertec" (Valladolid) y en "Coren" (Galicia), estirpe *Hy line* incubada en "Avigan" (Tortosa), estirpe *ISA Brown* incubada por Hendrix Genetics (La Rioja), estirpe *Novogen* incubada por "Agotzaina" (Navarra) y genética *H&N* incubada por "H&N International" (Portugal).

Figura 7.1.1: Parte del Diagrama de Forrester afectado tras la Gripe Aviar (Gallinas ponedoras).



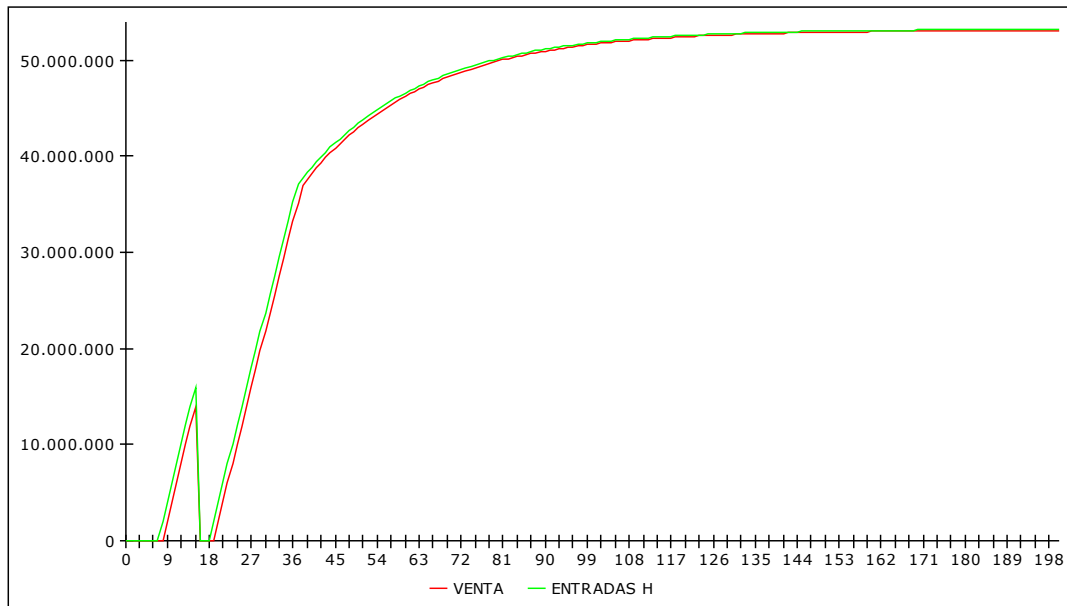
Fuente: Elaboración propia a partir de Powersim

Gráfico 7.1.1: Evolución del número de gallinas tras el periodo de Gripe Aviar.



Fuente: Elaboración propia a partir de Powersim.

Gráfico 7.1.2: Relación de la producción de huevos con su venta tras la Gripe Aviar.



Fuente: Elaboración propia a partir de Powersim.

En la Figura 7.1 vemos como se ha modificado el Diagrama de Forrester inicial de las gallinas ponedoras tras haber entrado un brote de gripe aviar en la granja de ponedoras, afectando del periodo 16 al 18, es decir, 2 meses.

Se ha establecido cuatro nuevas condiciones de tiempo a través de cuatro variables auxiliares. Estas variables durante el periodo del 16 al 18 tomarán distintos valores que en el modelo inicial: el porcentaje de pérdidas de la granja de ponedoras tomará el valor de 1 (100% de pérdidas), la cantidad de huevos que ponen las gallinas en una unidad de tiempo que será nula, la pérdida de huevos, que será de 1 y el porcentaje de venta de éstos, que será de 0. Antes y después de este periodo, las variables toman los valores del modelo inicial.

El flujo de salida al matadero, no se ve afectado por la gripe puesto que se comienzan a vender en el periodo 37.

El Gráfico 7.1.1 muestra el descenso que sufre la granja de ponedoras en el periodo de gripe Aviar y como después remonta. El descenso solo es hasta los 108.993,10 porque siguen entrando de las granjas de recría pero se derivan a otras naves para que nuestra granja se quede vacía.

Por último el Gráfico 7.1.2, muestra el descenso de producción de huevos hasta ser nula y por tanto, también su venta durante el periodo afectado.

7.2. Aumento de los costes.

Este factor no va a afectar ni al número de animales ni al producto final, ya sean huevos o carne, pero sí afecta directamente al beneficio de los granjeros. En este caso, vamos a estudiar cómo afecta esta subida de costes en suministros y materias primas al sector de pollos de engorde, ya que su problema viene de depender de las integradoras, que son las que le ponen el precio al pollo y miran por su propio beneficio. Las granjas de gallinas ponedoras, también se ven afectadas, pese a tener venta directa y no estar integradas, es el mercado quien establece el precio en la lonja de huevos. Al haber gran competencia en el sector del huevo, las grandes superficies se lo compran a aquel que tenga un precio más bajo, por lo que los graneros bajan su precio y se ven afectados por la subida de los costes, sobre todo del pienso y embalajes. Esto ocasiona una desvalorización del huevo.

“La Coordinadora de Organizaciones de Agricultores y Ganaderos (COAG) ha denunciado la crítica situación por la que atraviesan los ganaderos avícolas españoles ante el brutal incremento de los costes de producción, disparados por el vertiginoso aumento de los precios de gasóleo (+40-60%), energía (luz y gas +150%), plásticos (+50%), agua (+30%), fertilizantes (+100%), y piensos (+25%) durante los últimos meses.” (agroinformación.com, febrero 2022)

Por la mayor disposición de datos en cuanto al sector de pollos de engorde, haremos el análisis de esta parte del sector avícola.

Si nos trasladamos a los años antes de la pandemia del COVID-19, este sector funcionaba teniendo beneficios. Los costes en esos años vamos a suponer que eran:

PERIODO PRE- PANDEMIA	ACTUAL
ELECTRICIDAD: 5.800€/AÑO	ELECTRICIDAD: 16.000€/AÑO
CALEFACCIÓN: 30.000€/AÑO	CALEFACCIÓN: 40.000€/AÑO
CAMA: 3.000€/AÑO	CAMA: 6.500€/AÑO

Si los comparamos con los de ahora vemos que la subida de la electricidad se ha triplicado. Aunque los granjeros disponen de compañías que les ofrecen el plan de contratación que más les beneficie, la subida de aproximadamente un 140%, se hace insostenible. La calefacción va a depender de si utilizan biomasa o gas, en este caso, vamos a suponer que se utiliza biomasa, pero en el caso de granjeros que utilicen gas pueden encontrarse actualmente con unos costes de 48.000€/año.

La subida del precio del cereal afecta de lleno tanto a la “cama” de los pollos como al pienso. En este caso, las integradoras te facilitan los pollitos, y “x” kilos de pienso, de los cuales, si no se consumen todos, obtienes ese beneficio, pero si por alguna razón los pollitos han necesitado de más, corre a coste del granjero.

La integradora también ofrece un veterinario, el que se encarga de las vacunas pertinentes, pero los gastos a mayores en medicación corren a cargo del granjero (300€ /año).

El gasto en agua es un coste directo, pero éste no se ha visto afectado por ninguna subida. El coste puede ser de unos 1.200€/año, aunque va a depender si proviene de una perforación (a mayores conlleva otros gastos, como la bomba de extracción, cuyo coste puede ser de unos 16.000€, pero a largo plazo es recompensado) o del suministro del propio municipio.

La recogida de los pollos de las granjas de engorde viene por parte de la integradora pero el coste recae en los granjeros (3 céntimos/pollo).

Otros gastos que recaen sobre los granjeros serán el pago de seguros que pueden llegar a ser unos 6.000€/año, más aquellos seguros que el granjero quiera contratar a parte por posibles enfermedades como la gripe aviar, de Newcastle o Salmonella.

Si nos centramos en los ingresos, obtienen lo que la integradora les paga por la conversión entre los kilos de pollos que pusieron a su disposición para el engorde y los kilos que finalmente han producido. En los años pre-pandemia, el coste de engordar a un pollito era de 18 céntimos/pollo y se les pagaba 25 céntimos/pollo. Actualmente el coste es de 48 céntimos/pollo y se les paga a 35 céntimos/pollo, por lo que actualmente los granjeros están trabajando a pérdidas.

Como fuente de ingresos también pueden vender los desechos que producen los pollos (Gallinaza) por la que pueden recibir unos 2.500€/año, pero hay granjeros que tienen tierras de agricultura y lo reutilizan como abono para las mismas.

Powersim no tiene capacidad, por su limitación en cuanto a número de variables, para el cálculo de beneficio final y así poder comparar el periodo pre-pandemia y el actual, con el desglose de todos los gastos e ingresos.

Por esta razón, el cálculo lo vamos a simplificar en relación de:

- Ingresos que provienen de: la cantidad de pollos que finalmente el granjero consigue engordar, por el precio en términos de céntimos/pollo que el matadero considera que tiene que pagarles en función del trabajo realizado en el engorde de sus pollos.
- Gastos que provienen de: el número de pollitos que finalmente el granjero produce, por el coste que conlleva engordarlos en términos de céntimos/pollo (estando ya incluidos todos los gastos mencionados anteriormente).

Numéricamente vendría siendo:

- Periodo pre-pandemia: los ingresos serían de 0,25 €/pollo por 42.229,36 pollos → 10.557,34€ y los costes de 0,18 €/pollo por 42.229,36 pollos → 7.601,28€
Beneficio: 10.557,34€ - 7.601,28€ = 2.956,06€/crianza.
- Actualmente: los ingresos serían de 0,35 €/pollo por 42.229,36 pollos → 14.780,28€ y los costes de 0,48 €/pollo por 42.229,36 pollos → 20.270,09€.
Beneficio: 14.780,28€ - 20.270,09€ = - 5.489,81€/crianza

Se puede comprobar como en la actualidad los granjeros de granjas de engorde están trabajando con pérdidas y todo esto se ha visto ocasionado por las consecuencias del COVID-19 y de la guerra de Ucrania y Rusia.

8.CONCLUSIONES.

La simple mención de los niveles 1 y 2 de las fases de producción, no tiene que restar la importancia que tienen en ésta. Son el punto clave para que toda la cadena productiva sea rentable. El éxito de su mantenimiento y cuidado va a garantizar que la carne y los huevos que produzcan sus hijos, supongan el beneficio para los granjeros.

Como se ha visto, el modelo de las gallinas ponedoras es mucho más complejo que el de los pollos de engorde. Hasta la producción de un huevo de consumo las gallinas tienen que pasar por tres instalaciones. En cambio, los pollos de engorde van de la incubadora a las granjas de engorde.

El coste de producir un huevo es más costoso en cuanto al cuidado de las gallinas, el tener que vivir dos años, en comparación con el pollo de engorde que vive a lo sumo, 50 días. Probablemente, el sector de ponedoras no esté valorado lo suficiente, puesto que la mayoría de la población no es consciente de todas las fases por las que tiene que pasar una gallina y el cuidado que tiene que recibir, junto con su alimentación, temperatura, horas de luz, nivel de estrés...

La complejidad en las granjas de engorde está en que están integradas, las integradoras contratan a la explotación del ganadero como medio para que éste engorde a su pollo, pero la integradora, va a mirar por su propio beneficio y en el caso, de que haya problemas económicos al que menos va a pagar va a ser al granjero.

Esto es lo que se ha estudiado en el análisis de sensibilidad, el aumento de los costes en la actualidad para todos los sectores hace que cada negocio mire por su propio beneficio y el eslabón mas débil, o con menos capacidad de cambio, pierdan.

El Gobierno español, en el Real Decreto 428/2022, de 7 de junio de 2022, ha publicado una ayuda de carácter excepcional para aliviar las consecuencias económicas resultantes del conflicto bélico de Ucrania sobre los productores, entre otros, de avícola de carne. Trata de solventar los problemas que traen el aumento de los costes hasta niveles insostenibles.

El sector de puesta se queda fuera de esta ayuda, por decisión del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Un nuevo problema que afecta el sector, por si no era suficiente, el trabajo a pérdidas de los ganaderos, la Unión Europea acaba de permitir la entrada de pollos de Marruecos. Esto ha desatado la polémica puesto que se va a permitir la entrada de alimentos que no cumplen con los estándares de producción europeos, algo que al sector avícola español va a afectar directamente.

El sector va a confiar en la compra del consumidor español, acostumbrado a comprar carne de alta calidad ya que, en 2017, hubo polémica con los pollos marroquíes por sus deficientes condiciones de transporte, pollos muertos sin control o la escasez de análisis en sus laboratorios.

Habiendo puesto fin a este trabajo, daremos respuesta a la pregunta que se hacía al inicio: ¿Es rentable actualmente el negocio avícola?

La respuesta es clara: no. Ha sido un sector que ha reportado muchos beneficios, pero actualmente su situación es insostenible y empeora cada vez más.

9. BIBLIOGRAFÍA

Libros, informes y páginas web:

Aracil, J., & Gordillo, F. (1997). *Dinámica de sistemas*. Alianza Editorial. Madrid.

Aviagen. (2014). *Broiler 308. Objetivos de Rendimiento*. <https://www.avesca.com.ec/wp-content/uploads/2017/03/Ross-308-Objetivos.pdf> [Último acceso: 07/07//2022]

Avicultura.com. (2009, 10 marzo). *50 años de SA: La avicultura desde hace medio siglo*. <https://avicultura.com/50-anos-de-sa-la-avicultura-desde-hace-medio-siglo/> [Último acceso: 02/04/2022]

Avicultura.com. (2022a, 4 marzo). *Invasión de Ucrania: Cinco materias primas esenciales a las que afectará la guerra*. <https://avicultura.com/invasion-de-ucrania-cinco-materias-primas-esenciales-a-las-que-afectara-la-guerra/> [Último acceso: 26/04/2022]

Avicultura.com. (2022b, 10 marzo). *200 avicultores de carne piden al ministro que el PVP del pollo suba 8 cts./kg para poder evitar el cierre de granjas*. <https://avicultura.com/200-avicultores-de-carne-piden-al-ministro-que-el-pvp-del-pollo-suba-8-cts-kg-para-poder-evitar-el-cierre-de-granjas/> [Último acceso: 26/04/2022]

Barroeta, A. C., Izquierdo, D., & Pérez, J. F. (s. f.). *Manual de avicultura*. UAB. https://www.produccionanimal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/171-GUIA_AVICULTURA_castella.pdf [Último acceso: 21/06/2022]

Castello, F. (2020, 21 julio). *Editorial: El sector avícola, resiliente a la pandemia pero no inmune*. Avicultura. <https://avicultura.com/editorial-el-sector-avicola-resiliente-a-la-pandemia-pero-no-inmune/> [Último acceso: 25/04/2022]

Castelló, J. A. (2021, junio). *Selecciones Avícolas - Revisión resumida de la historia de la avicultura española en los últimos 125 años*. <https://seleccionesavicolas.com/avicultura/2021/06/revision-resumida-de-la-historia-de-la-avicultura-espanola-en-los-ultimos-125-anos> [Último acceso: 02/04/2022]

Damerow, G. (2010). *Guía de la cría de pollos y gallinas*. Ediciones Pirámide. Barcelona.

Darwin, C., & de Zulueta, A. (1998). *El origen de las especies*. Austral. Barcelona.

García, J. M., & Sterman, J. (2017). *Teoría y ejercicios prácticos de Dinámica de Sistemas*. Juan Martín García. Barcelona.

Laboratorios Hipra, S.A. (s. f.). *Los orígenes de la avicultura*. Hipra. <https://www.hipra.com/portal/es/hipra/knowledge/bgdetail/poultry-industry-curiosities/poultry-historical-origins/> [Último acceso: 02/04/2022]

Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. (s. f.-a). Avícola de carne. <https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/sectores-ganaderos/avicola-de-carne/> [Último acceso: 25/05/2022]

Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. (s. f.-b). Avícola de puesta. <https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/sectores-ganaderos/avicola-de-puesta/> [Último acceso: 25/05/2022]

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2020). *El sector de la avicultura de carne en cifras*. https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercadosganaderos/indicadoreseconomicossectoravicoladecarne2020_publicar_tcm30-419674.pdf [Último acceso: 25/05/2022]

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2022a, abril). *Informe trimestral indicadores avicultura de carne. Abril 2022*. https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/dashboardaviculturacarneabril2022ok_tcm30-617956.pdf [Último acceso: 25/05/2022]

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2022b, abril). *Informe trimestral indicadores del sector avícola de puesta. Abril 2022*. https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/dashboardhuevosabril2022ok_tcm30-617746.pdf [Último acceso: 25/05/2022]

Ministerio de la presidencia, relaciones con las cortes y memoria democrática. (2008) BOE.es - *DOUE-L-2008-81133 Reglamento (CE) nº 589/2008 de la*

Comisión, de 23 de junio de 2008, por el que se establecen las disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) nº 1234/2007 del Consejo en lo que atañe a las normas de comercialización de los huevos. (2008). BOE. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2008-81133> [Último acceso: 30/06/2022]

NIOSH. (2017, 28 junio). *CDC - La Gripe Aviar - Temas de salud y seguridad de NIOSH*. Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades. <https://www.cdc.gov/spanish/niosh/topics/aviar.html> [Último acceso: 12/07/2022]

Pérez Porto, J., & Merino, M. (2016). Definición de avicultura — Definicion.de. Definición.de. <https://definicion.de/avicultura/>

Piñan, F. O. (1991). *Mejora genética avícola*. Mundi-Prensa. Madrid.

Ríos, D. (2022, 16 febrero). *Peleas de gallos, cría de visones, circos . . . todo sobre la ley de bienestar animal que prevé multas de hasta*. *www.20minutos.es* - Últimas Noticias. <https://www.20minutos.es/noticia/4909660/0/la-ley-de-proteccion-animal-prohibira-animales-circo-peleas-gallos/> [Último acceso: 22/06/2022]

Tortajada, E. P. (2022, 20 enero). *¿Cuál es el impacto ambiental de las macrogranjas?* La Vanguardia. <https://www.lavanguardia.com/vida/junior-report/20220120/7997093/macrogranjas-impacto-ambiental-maltrato-animal-polemica.html> [Último acceso: 26/04/2022]

10.ANEXO

Tabla 4: Broiler Ross 308: Objetivos de Rendimiento (Macho y hembra)

Rendimiento Macho

Día	Peso Corporal (g) ¹	Ganancia diaria (g)	Promedio ganancia diaria/semana (g)	Consumo diario (g)	Consumo acumulado (g) ²	Conversión alimenticia ³
0	42					
1	57	15		12	12	0.210
2	73	16		16	28	0.379
3	91	18		19	47	0.515
4	111	20		23	70	0.627
5	134	23		27	96	0.718
6	160	26		31	127	0.793
7	189	29	21.00	35	162	0.856
8	221	32		39	201	0.909
9	257	36		44	245	0.955
10	296	39		49	294	0.995
11	339	43		54	349	1.030
12	385	46		60	408	1.062
13	434	50		65	474	1.090
14	488	53	42.69	71	545	1.117
15	545	57		77	622	1.142
16	605	61		83	705	1.165
17	669	64		90	795	1.187
18	737	68		96	891	1.209
23	1123	83		129	1470	1.309
24	1209	86		136	1606	1.328
25	1297	88		142	1748	1.348
26	1388	91		149	1897	1.367
27	1481	93		155	2052	1.386
28	1576	95	88.06	162	2214	1.405
29	1673	97		168	2381	1.424
30	1771	99		174	2555	1.443
31	1871	100		180	2735	1.462
32	1973	101		185	2920	1.480
33	2075	103		191	3111	1.499
34	2179	104		196	3308	1.518
35	2283	104	101.03	202	3510	1.537
36	2388	105		207	3716	1.556
37	2493	105		211	3928	1.575
38	2599	106		216	4144	1.594
39	2705	106		221	4364	1.613
40	2811	106		225	4589	1.632
41	2917	106		229	4818	1.651
42	3023	106	105.77	232	5050	1.670
43	3129	106		236	5286	1.689
44	3234	105		239	5526	1.709
45	3339	105		243	5768	1.728
46	3443	104		246	6014	1.747
47	3546	103		248	6262	1.766
48	3648	102		251	6513	1.785
49	3750	102	103.82	253	6767	1.804

Rendimiento Hembra

Día	Peso Corporal (g) ¹	Ganancia diaria (g)	Promedio ganancia diaria/semana (g)	Consumo diario (g)	Consumo acumulado (g) ²	Conversión alimenticia ³
0	42					
1	57	15		14	14	0.252
2	73	16		18	32	0.441
3	91	18		21	53	0.583
4	111	20		24	77	0.692
5	134	23		27	104	0.777
6	160	26		31	135	0.844
7	188	29	20.87	34	169	0.898
8	220	32		38	207	0.943
9	254	35		42	249	0.981
10	292	38		47	296	1.014
11	333	41		51	347	1.043
12	376	44		56	403	1.070
13	423	47		61	464	1.096
14	473	50	40.71	66	530	1.119
15	526	53		71	601	1.142
16	582	56		76	677	1.164
17	640	58		82	759	1.186
18	701	61		87	846	1.207
19	765	64		93	939	1.228
20	831	66		98	1038	1.249
21	899	68	60.84	104	1141	1.270
22	969	70		109	1251	1.290
23	1042	72		115	1365	1.311
24	1116	74		120	1485	1.332
25	1191	76		125	1611	1.352
26	1268	77		130	1741	1.373
27	1347	78		135	1877	1.393
28	1427	80	75.38	140	2017	1.414
29	1507	81		145	2162	1.434
30	1589	82		150	2312	1.455
31	1671	82		154	2466	1.476
32	1754	83		159	2625	1.496
33	1838	84		163	2788	1.517
34	1922	84		167	2955	1.537
35	2006	84	82.76	171	3125	1.558
36	2090	84		175	3300	1.579
37	2175	84		178	3478	1.599
38	2259	84		182	3660	1.620
39	2344	84		185	3846	1.641
40	2428	84		188	4034	1.662
41	2512	84		192	4226	1.682
42	2595	84	84.17	194	4420	1.703
43	2678	83		197	4617	1.724
44	2761	83		200	4817	1.745
45	2843	82		202	5020	1.766
46	2924	81		205	5224	1.786
47	3005	81		207	5431	1.807
48	3085	80		209	5640	1.828
49	3165	79	81.34	211	5851	1.849

Fuente: *avesca.com*