



Medidas de tendencia central y sesgo aplicadas en datos históricos de pesos de aves en el proceso de producción de la granja San Bernardo, mediante la utilización de un software libre

Measures of central tendency and bias applied to historical data of bird weights in the production process of the San Bernardo farm, through the use of free software

Medidas de tendência central e viés aplicadas a dados históricos de pesos de aves no processo produtivo da granja São Bernardo, por meio da utilização de software livre

Huber Fabrizio Arévalo-Caicho ^I
huberfabrizio93@outlook.com
<https://orcid.org/0000-0002-3823-4377>

Sayuri Monserrath Bonilla-Novillo ^{II}
smbonilla@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-6382-9698>

María Verónica Albuja-Landi ^{III}
maria.albuja@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-5959-1429>

Álvaro Gabriel Benítez-Bravo ^{IV}
idu044950@usal.es
<https://orcid.org/000-0001-7458-9370>

Víctor Hugo Benítez-Bravo ^V
victorh.benitez@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-8975-3644>

Correspondencia: huberfabrizio93@outlook.com

Ciencias Matemáticas
Artículo de Investigación

***Recibido:** 20 de febrero de 2023 ***Aceptado:** 21 de marzo de 2023 * **Publicado:** 27 de abril de 2023

- I. Investigador Independiente, Riobamba, Ecuador.
- II. Docente Investigadora, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ESPOCH, Riobamba, Ecuador.
- III. Docente Investigadora, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ESPOCH, Riobamba, Ecuador.
- IV. Investigador Independiente, Universidad de Salamanca, USAL, Salamanca, España.
- V. Investigador Independiente, Quito, Ecuador.

Resumen

Esta investigación comprende la aplicación de las medidas de tendencia central y sesgo en un conjunto de datos referente a pesos promedios históricos de pollos broiler de la granja San Bernardo ubicada en el cantón Cumandá, con el fin de obtener datos confiables al momento de realizar predicciones y tomas de decisiones.

La investigación es del tipo cuantitativa ya que se recolectaron datos medibles sobre los pesos de dichos pollos, donde el principal problema radica en que los encargados de la granja no tienen una referencia histórica de pesos definida en el intervalo de crianza de los pollos, el cual conlleva a dificultades para realizar proyecciones de pesos para sus informes de proyección. La recopilación de datos de diferentes lotes de producción fue el primer paso en la investigación, después establecer los promedios de dichos datos según su modelo de muestreo, consecuentemente se estableció un intervalo de análisis en base a la edad del pollo y a sus días de faena en el cual se tuvo que interpolar y extrapolar datos mediante el fundamento matemático del polinomio interpolador y extrapolador. Se realizó un análisis de medidas tendencia central y sesgo de datos para obtener más confiabilidad en la realización de la tabla de pesos promedios históricos, por último, se elaboró dicha tabla que tiene como referencia a la media armónica de los datos agrupados por su edad de crianza y galpón-punto de pesaje-lote de producción. La tabla facilita a los administradores a toma de decisiones referente a la elaboración de informes de proyecciones de pesos para días de faena y actividades de producción.

Palabras Claves: Pollos Broiler; Polinomio Interpolador; Polinomio Extrapolador; Medidas de Tendencia Central; Sesgo de Dato; Tabla de Pesos Promedios Históricos.

Abstract

This research includes the application of central tendency and bias measures in a reference data set to historical average weights of broiler chickens from the San Bernardo farm located in the Cumanda canton, in order to obtain reliable data when making predictions. and decision making.

The investigation is of the quantitative type since measurable data on the weights of said chickens were collected, where the main problem is that the managers of the farm do not have a historical reference of defined weights in the rearing interval of the chickens, which leads to difficulties in making projections of weights for their projection reports. The collection of data from different production batches was the first step in the investigation, after establishing the averages of said

data according to its photographic model, consequently an analysis interval will be established based on the age of the chicken and its days of slaughter in which had to interpolate and extrapolate data through the mathematical foundation of the interpolating and extrapolating polynomial. An analysis of central tendency and data bias measures was carried out to obtain more reliability in the realization of the table of historical average weights, finally, said table was elaborated that has as reference the harmonic mean of the data grouped by its rearing age and barn-weighing point-production batch. The table makes it easier for managers to make decisions regarding the preparation of weight projection reports for slaughter days and production activities.

Keywords: Broilers; Interpolating Polynomial; Extrapolating Polynomial; Measures of central tendency; Data bias; Table of Historical Average Weights.

Resumo

Esta pesquisa inclui a aplicação de medidas de tendência central e viés em um conjunto de dados referentes a pesos médios históricos de frangos de corte da fazenda São Bernardo localizada no cantão de Cumandá, a fim de obter dados confiáveis na hora de fazer previsões e tomar decisões. A investigação é do tipo quantitativo, pois foram coletados dados mensuráveis sobre os pesos dos referidos frangos, onde o principal problema é que os gerentes da fazenda não têm uma referência histórica de pesos definidos no intervalo de criação dos frangos, o que leva a dificuldades em fazer projeções de peso para seus relatórios de projeção. A coleta de dados de diferentes lotes de produção foi o primeiro passo da investigação, após estabelecer as médias dos referidos dados de acordo com seu modelo de amostragem, conseqüentemente foi estabelecido um intervalo de análise com base na idade do frango e seus dias de abate em que havia interpolar e extrapolar dados através da fundamentação matemática do polinômio de interpolação e extrapolação. Foi realizada uma análise de medidas de tendência central e viés de dados para obter mais confiabilidade na realização da tabela de pesos médios históricos, por fim, foi elaborada a referida tabela que tem como referência a média harmônica dos dados agrupados por sua idade de criação e lote de produção de ponto de pesagem de galpão. A tabela facilita a tomada de decisões dos gestores quanto à elaboração de relatórios de projeção de peso para dias de abate e atividades de produção.

Palavras-chave: Frangos de Corte; Polinômio Interpolador; Polinômio de Extrapolação; Medidas de tendência central; Viés de dados; Tabela de Pesos Médios Históricos.

Introducción

Una de las actividades económicas a nivel mundial que tiene un impacto industrial es la crianza de pollos de engorde conocida como avicultura industrial, en la cual se implementan modernos sistemas de confort para que los pollos generen la mayor cantidad de masa, la cual será destinada para diferentes procesos de producción de alimentos.(Dottavio & Di Masso, 2010)

Dentro de los registros que deben poseer las granjas avícolas es la toma de pesos de los pollos, en el cual se debe detallar el procedimiento idóneo para dicha actividad, así como las diferentes muestras que se deban tomar en cada peso, poseer una base de datos de las ganancias de masas ayudan a determinar si el proceso de crianza es el adecuado o si se tiene que realizar modificaciones.

Para que esta base de datos tenga un peso estadístico y sirva para futuras decisiones productivas, a los datos recolectados se pueden aplicar diferentes modelos matemáticos, como la interpolación y extrapolación los cuales permiten generar información nueva a partir de la estimación de datos conocidos, esta técnica determina una única función que contienen todos los datos medidos.(Chapra & Canale, 2015)

Cabe recalcar que esta base de datos debe estar dentro de un intervalo de análisis en los cuales es recomendable agruparlos de manera adecuada y utilizar en lo posible sus medidas de tendencia central, las cuales son medidas estadísticas que resumen en un valor específico un conjunto de valores, representan un centro en torno al cual se encuentra ubicado el conjunto de los datos. Las medidas de tendencia central más utilizadas son: media aritmética, media geométrica y media armónica.(Quevedo, 2011) Cuando se trabaja dentro de intervalos de análisis matemáticos se debe considerar la posibilidad de que existan datos atípicos u outliers, en estos casos dichos datos no deben ser considerados como beneficiosos o problemáticos, sino que deben tomarse en cuenta dentro del contexto específico del análisis y al mismo tiempo evaluar la información que pueden llegar a proporcionar los mismos.(Ocaña, 2017)

Una de las aplicaciones más utilizadas para realizar hojas de cálculos es el programa informático Microsoft Excel, donde dicha aplicación forma parte del paquete informático Microsoft Office, donde se destacan métodos para gestionar, calcular, visualizar y analizar datos. Excel aporta con muchas operaciones en el ámbito de las matemáticas y estadística desde las más básicas hasta funciones y formulas complejas. Además, aporta con la realización de tablas y gráficos que ayudan a la visualización, análisis y comprensión de datos cualitativos y cuantitativos.(RedUSERS,

2013,p.14). Es importante obtener esta fuente de datos histórica, ya que esto refleja la eficacia que se obtuvo en cada lote de producción en cada ciclo de crianza, además estos datos de los pesos históricos de los pollos pueden ser considerados como una variable independiente para diferentes procesos de estimación de datos y pueden ser considerados también como parte fundamental para la elaboración de herramientas informáticas que ayuden a estimar los pesos de los pollos en días específicos.

Metodología

Investigación y métodos

El diseño de la investigación es de tipo cuantitativo, ya que se recolectaron datos medibles de la variable peso de los pollos, donde dichos datos se encuentran dentro de un intervalo de análisis los cuales fueron procesados por modelos de proyección de datos, aplicación de medidas de tendencia central y sesgo de datos; el método lógico-deductivo fue el que se implementó en la investigación ya que se inició en la recolección de datos in situ, y se llegó a determinar una tabla de pesos promedios históricos mediante diferentes procesos matemáticos con el fin de obtener una base de datos los cuales pueden ser considerados como variables independientes para futuras proyecciones de pesos en diferentes lotes de crianza.

Desarrollo metodológico

La empresa avícola San Bernardo que acogió la investigación está ubicada a 8 km del cantón Cumandá, inicio sus labores de crianza avícola el 20 de enero del 1998, actualmente cuenta con una capacidad de crianza de 168.000 pollos aproximadamente, distribuidos en seis galpones de tipo túnel automatizadas.

Entre las diversas actividades que realiza la empresa, una de las fundamentales es el pesaje de los pollos cuyo intervalo de análisis está dado por el ciclo de crianza y consta desde el día 0 hasta el día 43, Las pesas se ejecutan cada 7 días siguiendo la edad del pollo es decir las pesas se realizan cuando el pollo tenga 7, 14, 21, 28 y 35 días de edad, además se realizará una pesa adicional tres días antes de la faena si los pollos salen a los 41 y 42 días de edad.

A lo largo de los galpones existen cuatro puntos específicos e identificados donde se realiza el procedimiento de pesaje, estos están codificados con la letra P y el número del punto del pesaje de la siguiente forma: P1, P2, P3, P4.

La hora del pesaje es a las 7:00 am y se sigue el siguiente modelo de muestreo:

Tabla 1: Esquema de muestreo de la granja San Bernardo.

EDAD	#POLLOS/MUESTR A	# DE PESAJES	TOTAL/PUNTO	PUNTOS	TOTAL POLLOS PESADOS
7	20	10	200	4	800
14	20	10	200	4	800
21	10	10	100	4	400
28	10	10	100	4	400
35	10	10	100	4	400
38 o 39	5	10	50	4	200

Dicha avícola consta de una vasta fuente de datos de lotes de producción, para la realización de la tabla de pesos promedios histórica, se obtuvo información de cuatro lotes de producción que son los siguientes: Lote 36, lote 37, lote 38 y lote 39. Obteniendo la siguiente tabla de registro de números de datos de los pesos por lote de producción.

Tabla 2: Registro de números de datos de los pesos por lote de producción.

Lote 36	Lote 37	Lote 38	Lote 39
Galpón 1: 248 datos	Galpón 1: 208 datos	Galpón 1: 208 datos	Galpón 1: 208 datos
Galpón 2: 248 datos	Galpón 2: 208 datos	Galpón 2: 248 datos	Galpón 2: 208 datos
Galpón 3: 208 datos	Galpón 3: 248 datos	Galpón 3: 208 datos	Galpón 3: 208 datos
Galpón 4: 208 datos	Galpón 4: 208 datos	Galpón 4: 208 datos	Galpón 4: 208 datos
Galpón 5: 248 datos	Galpón 5: 208 datos	Galpón 5: 208 datos	Galpón 5: 208 datos
Galpón 6: 208 datos	Galpón 6: 208 datos	Galpón 6: 208 datos	Galpón 6: 208 datos

Con todos estos datos se sacó los promedios por puntos punto de pesaje de cada galpón, de cada lote, cabe recalcar que no todas los pollos ni los galpones son faenados el mismo día, lo que conlleva a cada galpón de diferente lote tiene su propio día de faenado. Por este motivo se debe interpolar y extrapolar los datos para obtener así un intervalo de análisis fijo el cual me permita combinar los datos de los diferentes lotes.

A continuación, se muestran los datos sin interpolar y extrapolar de los diferentes promedios de los galpones su putos de pesaje de los diferentes lotes.

Tabla 3: Datos de los pesos promedios de los pollos broiler de los seis galpones en sus puntos de pesaje del lote 36.

Granja San Bernardo registro de pesos en gramos del lote 36									
Edad (Días)	G1P1	G1P2	G1P3	G1P4	Edad (Días)	G2P1	G2P2	G2P3	G2P4
0	43,12	42,40	46,46	44,50	0	44,50	46,72	45,16	46,46
7	187,50	185,00	188,35	187,00	7	194,00	185,55	185,10	180,95
14	481,95	486,70	484,85	490,95	14	494,00	491,30	476,50	484,55
21	984,35	988,70	1018,20	1004,95	21	984,00	1003,40	990,90	975,55
28	1608,00	1712,60	1761,45	1773,30	28	1636,00	1696,80	1732,80	1726,80
35	2475,90	2523,20	2573,70	2547,20	35	2552,00	2506,00	2567,00	2436,00
38	2702,20	2746,70	2789,45	2751,30	38				
39					39	2897,35	2853,10	2903,40	2879,75
40					40				
41	2989,86	3049,45	3108,12	3063,65	41				
42					42	3220,34	3199,27	3207,41	3129,78
43					43				
Edad (Días)	G3P1	G3P2	G3P3	G3P4	Edad (Días)	G4P1	G4P2	G4P3	G4P4
0	44,78	44,00	42,50	43,00	0	43,00	40,10	40,00	45,30
7	179,00	181,35	182,30	178,90	7	169,00	176,00	175,25	176,70
14	480,00	470,25	473,35	477,10	14	467,00	459,80	461,55	460,50
21	946,00	983,30	987,85	994,60	21	970,00	960,35	958,65	982,00
28	1644,00	1713,10	1713,20	1703,90	28	1613,00	1661,50	1670,35	1664,60
35	2386,00	2514,40	2526,60	2498,90	35	2397,00	2505,30	2485,70	2446,40
38					38				
39					39				
40	2873,60	2979,39	2981,98	2904,63	40	2847,96	2965,38	2863,71	2860,67
41					41				
42					42				
43					43				
Edad (Días)	G5P1	G5P2	G5P3	G5P4	Edad (Días)	G6P1	G6P2	G6P3	G6P4
0	45,30	40,35	41,00	31,00	0	38,00	38,00	31,00	31,00
7	186,00	186,75	185,90	187,65	7	175,00	172,00	171,00	172,00
14	476,00	484,10	484,45	483,50	14	470,00	474,00	466,00	472,00
21	964,00	984,30	995,95	984,25	21	953,00	978,65	966,40	994,70
28	1628,00	1675,20	1694,70	1669,40	28	1656,00	1662,40	1674,90	1724,15
35	2438,00	2451,90	2356,70	2481,50	35	2420,00	2462,20	2462,00	2432,80
38					38				
39	2767,45	2784,05	2704,55	2806,35	39	2715,35	2717,85	2716,65	2714,15
40					40				
41					41				
42	3163,47	3171,63	3001,12	3201,87	42				
43					43				

Tabla 4: Datos de los pesos promedios de los pollos broiler de los seis galpones en sus puntos de pesaje del lote 37.

Granja San Bernardo registro de pesos en gramos del lote 37									
Edad (Días)	G1P1	G1P2	G1P3	G1P4	Edad (Días)	G2P1	G2P2	G2P3	G2P4
0	39,82	39,82	39,48	39,48	0	39,48	39,50	39,50	39,50
7	178,00	178,00	177,50	177,50	7	170,00	160,50	160,50	170,00
14	469,85	484,70	493,30	484,00	14	449,30	446,60	447,05	436,70
21	927,45	964,80	968,65	969,90	21	919,45	939,85	916,65	921,05
28	1603,80	1659,00	1661,50	1667,20	28	1591,50	1679,60	1666,60	1643,60
35	2427,40	2467,80	2529,80	2471,90	35	2412,20	2483,30	2429,10	2479,70
38	2637,67	2642,47	2681,98	2641,56	38	2651,96	2661,78	2649,99	2660,79
39					39				
40					40				
41					41				
42					42				
43					43				
Edad (Días)	G3P1	G3P2	G3P3	G3P4	Edad (Días)	G4P1	G4P2	G4P3	G4P4
0	39,10	35,30	35,30	35,26	0	40,68	40,68	40,68	40,84
7	159,00	164,00	160,00	160,50	7	170,00	165,00	165,50	165,50
14	438,00	441,65	441,50	430,25	14	468,40	461,75	463,00	453,75
21	879,95	884,60	877,80	859,80	21	959,20	955,55	960,20	950,95
28	1498,30	1546,90	1514,50	1543,50	28	1658,20	1679,90	1662,00	1647,10
35	2227,20	2354,10	2358,50	2356,65	35	2412,60	2472,60	2431,80	2430,40
38	2463,25	2572,45	2574,85	2574,30	38				
39					39				
40					40	2814,68	2847,43	2821,69	2819,45
41	2797,19	2874,63	2897,41	2888,96	41				
42					42				
43					43				
Edad (Días)	G5P1	G5P2	G5P3	G5P4	Edad (Días)	G6P1	G6P2	G6P3	G6P4
0	40,68	40,68	40,68	40,84	0	40,46	39,10	41,38	40,68
7	183,00	183,00	183,00	181,00	7	182,00	182,00	181,00	181,50
14	509,35	499,95	495,35	499,80	14	498,55	495,95	494,70	491,35
21	980,55	998,20	964,25	965,95	21	993,75	982,65	998,55	995,25
28	1639,40	1701,30	1656,00	1683,10	28	1696,10	1729,30	1728,10	1732,60
35	2452,40	2510,10	2454,85	2478,35	35	2498,45	2520,10	2519,70	2520,40
38					38	2644,83	2651,89	2654,01	2657,22
39					39				
40	2805,56	2843,76	2815,29	2818,23	40				
41					41				
42					42				
43					43				

Tabla 5: Datos de los pesos promedios de los pollos broiler de los seis galpones en sus puntos de pesaje del lote 38.

Granja San Bernardo registro de pesos en gramos del lote 38									
Edad (Días)	G1P1	G1P2	G1P3	G1P4	Edad (Días)	G2P1	G2P2	G2P3	G2P4
0	42,74	42,74	41,86	41,86	0	46,52	45,04	44,48	44,11
7	178,35	179,55	177,25	173,65	7	191,35	187,50	191,30	190,20
14	494,60	495,10	489,30	494,05	14	520,60	514,20	511,45	512,90
21	977,00	989,10	978,30	993,30	21	981,30	995,40	964,10	950,00
28	1682,20	1744,80	1744,70	1722,20	28	1626,00	1671,00	1664,80	1624,90
35	2392,90	2471,60	2542,30	2447,80	35	2496,10	2451,60	2418,70	2446,40
38	2669,54	2711,56	2794,96	2709,96	38	2833,65	2811,30	2755,30	2856,55
39					39				
40					40				
41					41	3049,78	3022,41	2964,02	3098,85
42					42				
43					43				
Edad (Días)	G3P1	G3P2	G3P3	G3P4	Edad (Días)	G4P1	G4P2	G4P3	G4P4
0	43,20	43,20	44,32	44,32	0	44,32	42,26	42,26	41,20
7	163,30	165,90	164,15	164,05	7	172,30	170,40	170,10	170,60
14	483,10	474,60	473,65	461,20	14	480,70	476,10	474,80	463,25
21	938,50	968,00	952,70	956,30	21	940,00	956,80	968,40	962,30
28	1553,00	1606,50	1562,90	1599,60	28	1620,30	1673,50	1617,90	1635,50
35	2375,30	2369,90	2337,30	2371,90	35	2474,20	2509,50	2434,60	2474,10
38					38				
39					39	2812,36	2829,37	2788,82	2803,01
40	2821,74	2815,01	2789,36	2820,39	40				
41					41				
42					42				
43					43				
Edad (Días)	G5P1	G5P2	G5P3	G5P4	Edad (Días)	G6P1	G6P2	G6P3	G6P4
0	41,20	36,06	36,12	50,01	0	50,05	48,05	46,05	45,00
7	168,45	168,60	169,30	168,20	7	223,20	223,40	226,50	222,15
14	472,65	460,15	456,30	449,55	14	575,35	572,05	569,45	571,05
21	948,30	959,60	942,30	941,80	21	1100,60	1108,50	1102,10	1115,70
28	1554,00	1564,90	1597,70	1584,40	28	1756,70	1811,00	1863,00	1821,30
35	2356,80	2437,70	2323,90	2396,20	35	2552,00	2631,60	2652,90	2695,90
38					38				
39					39				
40	2843,87	2861,67	2837,95	2855,73	40	2989,24	3043,88	3068,60	3112,93
41					41				
42					42				
43					43				

Tabla 6: Datos de los pesos promedios de los pollos broiler de los seis galpones en sus puntos de pesaje del lote 39.

Granja San Bernardo registro de pesos en gramos del lote 39									
Edad (Días)	G1P1	G1P2	G1P3	G1P4	Edad (Días)	G2P1	G2P2	G2P3	G2P4
0	41,83	41,25	50,10	46,85	0	42,50	41,00	40,70	45,80
7	177,10	171,40	168,50	167,95	7	164,35	162,90	163,40	160,40
14	494,35	482,10	469,75	458,00	14	445,70	437,50	420,50	415,90
21	960,40	985,70	952,30	976,70	21	911,10	911,60	929,10	925,50
28	1606,00	1663,90	1659,60	1679,20	28	1616,80	1599,70	1589,40	1575,30
35	2455,70	2460,00	2454,10	2372,70	35	2410,60	2358,90	2430,20	2345,70
38					38				
39					39				
40	2824,51	2809,37	2817,22	2796,64	40	2768,11	2725,63	2791,75	2734,82
41					41				
42					42				
43					43				
Edad (Días)	G3P1	G3P2	G3P3	G3P4	Edad (Días)	G4P1	G4P2	G4P3	G4P4
0	49,24	49,51	46,89	42,95	0	47,89	46,39	50,20	42,83
7	190,95	188,60	188,75	188,80	7	195,80	192,30	189,70	190,40
14	533,10	526,80	519,65	529,10	14	532,95	526,70	515,40	500,55
21	999,80	1010,40	1025,60	1036,20	21	1056,70	1021,00	1031,50	1007,40
28	1661,90	1763,50	1691,40	1685,30	28	1684,80	1651,40	1685,70	1676,40
35	2396,50	2391,80	2406,40	2487,90	35	2483,70	2451,70	2460,00	2402,30
38					38				
39	2688,53	2679,77	2691,34	2735,22	39	2791,36	2745,66	2712,14	2683,97
40					40				
41					41				
42					42				
43					43				
Edad (Días)	G5P1	G5P2	G5P3	G5P4	Edad (Días)	G6P1	G6P2	G6P3	G6P4
0	51,30	50,12	38,15	35,20	0	50,12	50,24	50,20	43,40
7	202,45	196,25	196,20	190,75	7	188,45	188,95	191,30	189,25
14	519,40	525,60	521,40	520,15	14	538,85	548,10	542,30	544,75
21	1027,90	1012,60	1033,00	997,00	21	1056,00	1064,30	1084,40	1065,80
28	1651,90	1644,90	1683,80	1648,30	28	1676,80	1775,70	1758,30	1703,50
35	2454,50	2540,30	2440,00	2357,20	35	2320,40	2449,60	2486,00	2418,30
38					38				
39	2758,51	2829,37	2741,55	2640,96	39	2597,78	2739,42	2766,93	2697,32
40					40				
41					41				
42					42				
43					43				

En las tablas 3, 4, 5 y 6, en las celdas de color rojo se encuentran ubicadas los pesos con los cuales los pollos llegaron a la planta procesadora, en las celdas de color celeste se vas a ubicar los datos que se interpolaran y en las celdas de color verde se ubicaran los datos que se extrapolaran.

La interpolación polinomial es el método más común para interpolar valores intermedios, la cual consiste en determinar el polinomio de orden n que ajusta a $n + 1$ datos. (Mathews & Fink, 2000, p.217) la extrapolación polinomial posee los mismos métodos que la interpolación, pero se aplica cuando se estima un valor de $f(x)$ fuera del rango de los datos conocidos o tabulados, x_0, x_1, \dots, x_n . (De la Fuente O'Connor, 2017)

Para interpolar y extrapolar los datos nos ayudaremos del programa Matlab en el cual se colocarán en el vector de las abscisas la edad de los pollos en días y en el vector de coordenadas los pesos correspondientes a los días de pesaje, con la ayuda de la función polyfit vamos a poder obtener nuestro polinomio interpolador o extrapolado, en estos casos vamos a utilizar un polinomio de grado tres ya que es el que mejor se ajusta a los datos que se tiene, por ultimo con ayuda de la función polyval vamos a poder evaluar al polinomio interpolador o extrapolador en el día que queramos realizar la proyección.

A continuación, se muestran las tablas con los pesos de los pollos broiler interpolados y extrapolador para obtener así nuestro intervalo de análisis.

Tabla 7: Datos de los pesos promedios y proyectados de los pollos broiler de los seis galpones en sus puntos de pesaje del lote 36.

Granja San Bernardo registro de pesos proyectados en gramos del lote 36.									
Edad (Días)	G1P1	G1P2	G1P3	G1P4	Edad (Días)	G2P1	G2P2	G2P3	G2P4
0	43,12	42,40	46,46	44,50	0	44,50	46,72	45,16	46,46
7	187,50	185,00	188,35	187,00	7	194,00	185,55	185,10	180,95
14	481,95	486,70	484,85	490,95	14	494,00	491,30	476,50	484,55
21	984,35	988,70	1018,20	1004,95	21	984,00	1003,40	990,90	975,55
28	1608,00	1712,60	1761,45	1773,30	28	1636,00	1696,80	1732,80	1726,80
35	2475,90	2523,20	2573,70	2547,20	35	2552,00	2506,00	2567,00	2436,00
38	2702,20	2746,70	2789,45	2751,30	38	2793,30	2774,30	2816,00	2748,00
39	2812,30	2868,40	2921,40	2883,50	39	2897,35	2853,10	2903,40	2879,75
40	2918,40	2969,70	3021,90	2978,90	40	3021,50	2989,60	3023,90	2953,90
41	2989,86	3049,45	3108,12	3063,65	41	3135,70	3096,30	3125,50	3055,10
42	3128,80	3167,70	3217,10	3162,80	42	3220,34	3199,27	3207,41	3129,78
43	3232,90	3264,00	3311,30	3250,70	43	3363,00	3307,00	3322,90	3253,00
Edad (Días)	G3P1	G3P2	G3P3	G3P4	Edad (Días)	G4P1	G4P2	G4P3	G4P4

0	44,78	44,00	42,50	43,00	0	43,00	40,10	40,00	45,30
7	179,00	181,35	182,30	178,90	7	169,00	176,00	175,25	176,70
14	480,00	470,25	473,35	477,10	14	467,00	459,80	461,55	460,50
21	946,00	983,30	987,85	994,60	21	970,00	960,35	958,65	982,00
28	1644,00	1713,10	1713,20	1703,90	28	1613,00	1661,50	1670,35	1664,60
35	2386,00	2514,40	2526,60	2498,90	35	2397,00	2505,30	2485,70	2446,40
38	2677,00	2791,60	2797,20	2740,80	38	2662,70	2774,90	2709,10	2693,20
39	2784,60	2899,90	2905,30	2840,10	39	2767,50	2887,60	2808,20	2792,30
40	2873,60	2979,39	2981,98	2904,63	40	2847,96	2965,38	2863,71	2860,67
41	2999,50	3114,00	3119,10	3033,70	41	2975,70	3112,30	3001,40	2986,40
42	3106,50	3219,40	3224,30	3127,60	42	3078,90	3224,00	3095,20	3080,90
43	3213,00	3323,50	3328,10	3219,30	43	3181,20	3335,00	3186,70	3173,40
Edad (Días)	G5P1	G5P2	G5P3	G5P4	Edad (Días)	G6P1	G6P2	G6P3	G6P4
0	45,30	40,35	41,00	31,00	0	38,00	38,00	31,00	31,00
7	186,00	186,75	185,90	187,65	7	175,00	172,00	171,00	172,00
14	476,00	484,10	484,45	483,50	14	470,00	474,00	466,00	472,00
21	964,00	984,30	995,95	984,25	21	953,00	978,65	966,40	994,70
28	1628,00	1675,20	1694,70	1669,40	28	1656,00	1662,40	1674,90	1724,15
35	2438,00	2451,90	2356,70	2481,50	35	2420,00	2462,20	2462,00	2432,80
38	2705,60	2725,70	2631,50	2747,60	38	2656,30	2671,10	2671,40	2659,20
39	2767,45	2784,05	2704,55	2806,35	39	2715,35	2717,85	2716,65	2714,15
40	2929,70	2942,70	2816,80	2970,00	40	2851,30	2859,00	2857,30	2829,30
41	3042,10	3051,00	2907,10	3081,30	41	2946,80	2950,20	2947,10	2910,20
42	3163,47	3171,63	3001,12	3201,87	42	3040,60	3039,20	3034,70	2987,80
43	3267,10	3266,10	3082,10	3303,20	43	3132,70	3125,80	3119,60	3061,90

Tabla 8: Datos de los pesos promedios y proyectados de los pollos broiler de los seis galpones en sus puntos de pesaje del lote 37.

Granja San Bernardo registro de pesos proyectados en gramos del lote 37.									
Edad (Días)	G1P1	G1P2	G1P3	G1P4	Edad (Días)	G2P1	G2P2	G2P3	G2P4
0	39,82	39,82	39,48	39,48	0	39,48	39,50	39,50	39,50
7	178,00	178,00	177,50	177,50	7	170,00	160,50	160,50	170,00
14	469,85	484,70	493,30	484,00	14	449,30	446,60	447,05	436,70
21	927,45	964,80	968,65	969,90	21	919,45	939,85	916,65	921,05
28	1603,80	1659,00	1661,50	1667,20	28	1591,50	1679,60	1666,60	1643,60
35	2427,40	2467,80	2529,80	2471,90	35	2412,20	2483,30	2429,10	2479,70
38	2637,67	2642,47	2681,98	2641,56	38	2651,96	2661,78	2649,99	2660,79
39	2803,10	2802,20	2860,50	2799,80	39	2812,30	2820,40	2797,50	2832,20
40	2918,10	2905,50	2969,70	2900,90	40	2930,90	2921,80	2901,90	2942,10
41	3033,70	3007,90	3078,50	3000,90	41	3050,30	3021,80	3005,30	3051,40
42	3149,80	3109,40	3186,70	3099,70	42	3170,40	3120,10	3107,50	3160,10
43	3266,20	3209,70	3294,20	3197,00	43	3291,10	3216,50	3208,40	3267,90
Edad (Días)	G3P1	G3P2	G3P3	G3P4	Edad (Días)	G4P1	G4P2	G4P3	G4P4
0	39,10	35,30	35,30	35,26	0	40,68	40,68	40,68	40,84
7	159,00	164,00	160,00	160,50	7	170,00	165,00	165,50	165,50

14	438,00	441,65	441,50	430,25	14	468,40	461,75	463,00	453,75
21	879,95	884,60	877,80	859,80	21	959,20	955,55	960,20	950,95
28	1498,30	1546,90	1514,50	1543,50	28	1658,20	1679,90	1662,00	1647,10
35	2227,20	2354,10	2358,50	2356,65	35	2412,60	2472,60	2431,80	2430,40
38	2463,25	2572,45	2574,85	2574,30	38	2653,50	2696,40	2665,00	2661,90
39	2592,50	2692,00	2703,10	2700,40	39	2749,50	2792,20	2760,40	2758,90
40	2696,40	2796,20	2813,20	2807,30	40	2814,68	2847,43	2821,69	2819,45
41	2797,19	2874,63	2897,41	2888,96	41	2936,80	2978,00	2946,00	2947,80
42	2904,70	3003,40	3033,90	3020,00	42	3027,70	3067,40	3035,60	3039,40
43	3009,00	3106,00	3144,40	3125,70	43	3116,40	3154,10	3122,80	3128,80
Edad (Días)	G5P1	G5P2	G5P3	G5P4	Edad (Días)	G6P1	G6P2	G6P3	G6P4
0	40,68	40,68	40,68	40,84	0	40,46	39,10	41,38	40,68
7	183,00	183,00	183,00	181,00	7	182,00	182,00	181,00	181,50
14	509,35	499,95	495,35	499,80	14	498,55	495,95	494,70	491,35
21	980,55	998,20	964,25	965,95	21	993,75	982,65	998,55	995,25
28	1639,40	1701,30	1656,00	1683,10	28	1696,10	1729,30	1728,10	1732,60
35	2452,40	2510,10	2454,85	2478,35	35	2498,45	2520,10	2519,70	2520,40
38	2657,50	2707,30	2666,70	2679,40	38	2644,83	2651,89	2654,01	2657,22
39	2753,70	2799,10	2762,90	2772,40	39	2802,30	2811,50	2809,50	2812,40
40	2805,56	2843,76	2815,29	2818,23	40	2897,70	2903,30	2900,10	2903,00
41	2942,10	2976,00	2950,80	2952,30	41	2991,40	2992,90	2988,20	2991,10
42	3033,90	3060,50	3042,10	3038,70	42	3083,20	3079,90	3073,70	3076,60
43	3123,90	3142,00	3131,30	3122,50	43	3172,90	3164,20	3156,30	3159,10

Tabla 9: Datos de los pesos promedios y proyectados de los pollos broiler de los seis galpones en sus puntos de pesaje del lote 38.

Granja San Bernardo registro de pesos proyectados en gramos del lote 38.									
Edad (Días)	G1P1	G1P2	G1P3	G1P4	Edad (Días)	G2P1	G2P2	G2P3	G2P4
0	42,74	42,74	41,86	41,86	0	46,52	45,04	44,48	44,11
7	178,35	179,55	177,25	173,65	7	191,35	187,50	191,30	190,20
14	494,60	495,10	489,30	494,05	14	520,60	514,20	511,45	512,90
21	977,00	989,10	978,30	993,30	21	981,30	995,40	964,10	950,00
28	1682,20	1744,80	1744,70	1722,20	28	1626,00	1671,00	1664,80	1624,90
35	2392,90	2471,60	2542,30	2447,80	35	2496,10	2451,60	2418,70	2446,40
38	2669,54	2711,56	2794,96	2709,96	38	2833,65	2811,30	2755,30	2856,55
39	2791,30	2842,10	2946,50	2834,90	39	2886,70	2859,10	2807,60	2907,30
40	2895,10	2940,80	3059,70	2936,30	40	3000,90	2966,60	2910,80	3031,80
41	2998,30	3038,00	3172,30	3036,60	41	3049,78	3022,41	2964,02	3098,85
42	3100,80	3133,40	3284,40	3135,50	42	3229,80	3179,80	3114,80	3284,60
43	3202,40	3226,90	3395,70	3232,90	43	3344,20	3285,20	3215,30	3412,70
Edad (Días)	G3P1	G3P2	G3P3	G3P4	Edad (Días)	G4P1	G4P2	G4P3	G4P4
0	43,20	43,20	44,32	44,32	0	44,32	42,26	42,26	41,20
7	163,30	165,90	164,15	164,05	7	172,30	170,40	170,10	170,60
14	483,10	474,60	473,65	461,20	14	480,70	476,10	474,80	463,25

21	938,50	968,00	952,70	956,30	21	940,00	956,80	968,40	962,30
28	1553,00	1606,50	1562,90	1599,60	28	1620,30	1673,50	1617,90	1635,50
35	2375,30	2369,90	2337,30	2371,90	35	2474,20	2509,50	2434,60	2474,10
38	2632,50	2633,00	2601,80	2636,70	38	2740,10	2764,10	2708,90	2733,10
39	2742,40	2735,00	2706,60	2740,20	39	2812,36	2829,37	2788,82	2803,01
40	2821,74	2815,01	2789,36	2820,39	40	2973,20	2983,60	2932,80	2954,70
41	2963,50	2937,50	2916,30	2945,80	41	3090,60	3092,60	3045,00	3065,30
42	3074,50	3037,60	3020,80	3047,60	42	3208,20	3200,80	3157,20	3175,40
43	3185,60	3136,70	3125,00	3148,40	43	3326,10	3308,00	3269,30	3284,90
Edad (Días)	G5P1	G5P2	G5P3	G5P4	Edad (Días)	G6P1	G6P2	G6P3	G6P4
0	41,20	36,06	36,12	50,01	0	50,05	48,05	46,05	45,00
7	168,45	168,60	169,30	168,20	7	223,20	223,40	226,50	222,15
14	472,65	460,15	456,30	449,55	14	575,35	572,05	569,45	571,05
21	948,30	959,60	942,30	941,80	21	1100,60	1108,50	1102,10	1115,70
28	1554,00	1564,90	1597,70	1584,40	28	1756,70	1811,00	1863,00	1821,30
35	2356,80	2437,70	2323,90	2396,20	35	2552,00	2631,60	2652,90	2695,90
38	2639,60	2679,50	2630,40	2664,80	38	2809,60	2875,40	2903,30	2939,50
39	2752,50	2790,20	2739,20	2774,30	39	2912,40	2977,00	3002,70	3046,60
40	2843,87	2861,67	2837,95	2855,73	40	2989,24	3043,88	3068,60	3112,93
41	2980,80	3012,10	2957,80	2993,20	41	3116,00	3175,80	3195,70	3257,50
42	3095,90	3123,10	3067,40	3102,40	42	3216,30	3272,70	3288,80	3360,90
43	3211,70	3233,80	3176,90	3211,20	43	3315,40	3367,60	3379,40	3462,60

Tabla 10: Datos de los pesos promedios y proyectados de los pollos broiler de los seis galpones en sus puntos de pesaje del lote 39.

Granja San Bernardo registro de pesos proyectados en gramos del lote 39.									
Edad (Días)	G1P1	G1P2	G1P3	G1P4	Edad (Días)	G2P1	G2P2	G2P3	G2P4
0	41,83	41,25	50,10	46,85	0	42,50	41,00	40,70	45,80
7	177,10	171,40	168,50	167,95	7	164,35	162,90	163,40	160,40
14	494,35	482,10	469,75	458,00	14	445,70	437,50	420,50	415,90
21	960,40	985,70	952,30	976,70	21	911,10	911,60	929,10	925,50
28	1606,00	1663,90	1659,60	1679,20	28	1616,80	1599,70	1589,40	1575,30
35	2455,70	2460,00	2454,10	2372,70	35	2410,60	2358,90	2430,20	2345,70
38	2666,90	2666,60	2669,60	2632,10	38	2621,90	2577,50	2640,40	2576,60
39	2769,20	2758,80	2764,50	2723,30	39	2717,60	2670,60	2739,70	2672,20
40	2824,51	2809,37	2817,22	2796,64	40	2768,11	2725,63	2791,75	2734,82
41	2971,50	2936,90	2948,30	2899,60	41	2903,80	2851,80	2934,00	2859,10
42	3071,20	3022,30	3036,90	2984,20	42	2994,00	2939,40	3028,50	2949,90
43	3169,70	3105,00	3122,90	3066,10	43	3081,80	3024,60	3121,10	3038,80
Edad (Días)	G3P1	G3P2	G3P3	G3P4	Edad (Días)	G4P1	G4P2	G4P3	G4P4
0	49,24	49,51	46,89	42,95	0	47,89	46,39	50,20	42,83
7	190,95	188,60	188,75	188,80	7	195,80	192,30	189,70	190,40
14	533,10	526,80	519,65	529,10	14	532,95	526,70	515,40	500,55
21	999,80	1010,40	1025,60	1036,20	21	1056,70	1021,00	1031,50	1007,40
28	1661,90	1763,50	1691,40	1685,30	28	1684,80	1651,40	1685,70	1676,40

35	2396,50	2391,80	2406,40	2487,90	35	2483,70	2451,70	2460,00	2402,30
38	2627,10	2621,60	2631,90	2688,80	38	2724,20	2683,50	2664,00	2626,50
39	2688,53	2679,77	2691,34	2735,22	39	2791,36	2745,66	2712,14	2683,97
40	2813,40	2775,90	2805,70	2873,00	40	2924,20	2884,10	2841,50	2804,10
41	2904,60	2848,20	2889,40	2962,40	41	3022,80	2983,40	2927,10	2889,90
42	2994,30	2916,70	2970,80	3049,80	42	3120,30	3081,70	3010,30	2973,50
43	3082,20	2981,40	3049,50	3134,90	43	3216,40	3178,90	3090,80	3054,70
Edad (Días)	G5P1	G5P2	G5P3	G5P4	Edad (Días)	G6P1	G6P2	G6P3	G6P4
0	51,30	50,12	38,15	35,20	0	50,12	50,24	50,20	43,40
7	202,45	196,25	196,20	190,75	7	188,45	188,95	191,30	189,25
14	519,40	525,60	521,40	520,15	14	538,85	548,10	542,30	544,75
21	1027,90	1012,60	1033,00	997,00	21	1056,00	1064,30	1084,40	1065,80
28	1651,90	1644,90	1683,80	1648,30	28	1676,80	1775,70	1758,30	1703,50
35	2454,50	2540,30	2440,00	2357,20	35	2320,40	2449,60	2486,00	2418,30
38	2693,20	2771,00	2677,10	2581,60	38	2536,60	2678,80	2708,50	2637,70
39	2758,51	2829,37	2741,55	2640,96	39	2597,78	2739,42	2766,93	2697,32
40	2897,20	2996,00	2867,80	2759,60	40	2686,70	2839,10	2877,00	2806,10
41	2998,40	3108,70	2961,30	2846,30	41	2757,60	2914,60	2957,20	2886,90
42	3098,80	3221,50	3053,30	2931,30	42	2825,40	2986,70	3034,20	2965,10
43	3198,30	3334,10	3143,60	3014,30	43	2889,80	3055,10	3108,00	3040,60

Análisis de medidas de tendencia central

Una vez que tenemos establecido el intervalo de análisis, se va a agrupar por galpones los cuatro puntos de pesajes de cada lote en estudio con el fin de poder calcular sus medidas de tendencia central: media armónica, media geométrica y media aritmética; Esto nos permitirá determinar qué medida de tendencia central se ajusta más a los datos, para ello una vez que se calculó las las tres medidas de tendencia central los días 0, 7, 14, 21, 28, 35, 38, 39, 40, 41, 42 y 43, restamos en valor absoluto cada valor de medida de tendencia central con cada dato de los puntos de pesaje, a continuación, se identifica en cuál de las tres medidas de tendencia central se encuentra la distancia mínima entre las medidas de tendencia central y los datos del punto de pesaje.

Una vez que se identificó las distancias mínimas, se cuentan para determinar qué medida de tendencia central posee más distancias mínimas y esta será la que mejor se ajuste a los datos de los pesos de los pollos de los seis galpones en los cuatro lotes de producción.

A continuación, se muestran las seis tablas del análisis de medidas de tendencia central y su tabla de resumen.

Tabla 15: Análisis de medidas de tendencia central del galpón 5 de los cuatro lotes de producción.

Galpón:	5	lotes:	36-37-38-39	Número de distancias más cercanas a la media aritmética:	91	Número de distancias más cercanas a la media geométrica:	0	Número de distancias más cercanas a la media aritmética:	101	Total número de distancias:	192	
Galpón 5 Punto 1												
Medidas de tendencia central												
Edad (Días)	GS-P1-36	GS-P1-37	GS-P1-38	GS-P1-39	Media aritmética GSP1	Media geométrica GSP1	Media aritmética GSP2	Media geométrica GSP2	Media aritmética GSP3	Media geométrica GSP3	Media aritmética GSP4	Media geométrica GSP4
0	45,30	40,68	41,20	51,30	44,4246	44,4246	44,4246	44,4246	44,4246	44,4246	44,4246	44,4246
7	186,00	183,00	168,45	202,45	184,1892	184,1892	184,1892	184,1892	184,1892	184,1892	184,1892	184,1892
14	242,00	209,15	217,65	219,40	215,3130	215,3130	215,3130	215,3130	215,3130	215,3130	215,3130	215,3130
21	268,00	268,00	268,00	268,00	268,0000	268,0000	268,0000	268,0000	268,0000	268,0000	268,0000	268,0000
28	162,00	169,50	154,00	163,50	163,7400	163,7400	163,7400	163,7400	163,7400	163,7400	163,7400	163,7400
35	243,00	262,40	235,80	245,40	242,6240	242,6240	242,6240	242,6240	242,6240	242,6240	242,6240	242,6240
38	270,00	262,50	263,60	269,20	267,3430	267,3430	267,3430	267,3430	267,3430	267,3430	267,3430	267,3430
39	276,45	273,70	273,50	275,31	275,0040	275,0040	275,0040	275,0040	275,0040	275,0040	275,0040	275,0040
40	292,70	289,35	284,87	289,70	288,2855	288,2855	288,2855	288,2855	288,2855	288,2855	288,2855	288,2855
41	304,10	294,10	290,80	298,40	295,0344	295,0344	295,0344	295,0344	295,0344	295,0344	295,0344	295,0344
42	316,47	303,30	305,90	308,80	307,3359	307,3359	307,3359	307,3359	307,3359	307,3359	307,3359	307,3359
43	326,10	312,34	321,70	318,30	319,4412	319,4412	319,4412	319,4412	319,4412	319,4412	319,4412	319,4412
Medidas de tendencia central												
Edad (Días)	GS-P2-36	GS-P2-37	GS-P2-38	GS-P2-39	Media aritmética GSP1	Media geométrica GSP1	Media aritmética GSP2	Media geométrica GSP2	Media aritmética GSP3	Media geométrica GSP3	Media aritmética GSP4	Media geométrica GSP4
0	46,75	40,68	36,06	50,12	41,2163	41,2163	41,2163	41,2163	41,2163	41,2163	41,2163	41,2163
7	186,75	183,00	168,60	196,25	183,1769	183,1769	183,1769	183,1769	183,1769	183,1769	183,1769	183,1769
14	248,40	209,35	202,60	212,60	215,9243	215,9243	215,9243	215,9243	215,9243	215,9243	215,9243	215,9243
21	268,30	268,00	268,00	268,00	268,0000	268,0000	268,0000	268,0000	268,0000	268,0000	268,0000	268,0000
28	167,20	170,10	154,90	164,90	164,5792	164,5792	164,5792	164,5792	164,5792	164,5792	164,5792	164,5792
35	245,90	251,10	237,70	250,30	244,5074	244,5074	244,5074	244,5074	244,5074	244,5074	244,5074	244,5074
38	272,80	269,30	271,10	273,10	272,8378	272,8378	272,8378	272,8378	272,8378	272,8378	272,8378	272,8378
39	278,70	277,90	277,90	278,70	278,3000	278,3000	278,3000	278,3000	278,3000	278,3000	278,3000	278,3000
40	294,70	283,76	286,67	286,00	290,7447	290,7447	290,7447	290,7447	290,7447	290,7447	290,7447	290,7447
41	305,00	297,60	302,10	308,70	304,5520	304,5520	304,5520	304,5520	304,5520	304,5520	304,5520	304,5520
42	317,63	306,90	312,10	321,50	314,1825	314,1825	314,1825	314,1825	314,1825	314,1825	314,1825	314,1825
43	326,61	314,20	323,80	334,10	324,3267	324,3267	324,3267	324,3267	324,3267	324,3267	324,3267	324,3267
Medidas de tendencia central												
Edad (Días)	GS-P3-36	GS-P3-37	GS-P3-38	GS-P3-39	Media aritmética GSP1	Media geométrica GSP1	Media aritmética GSP2	Media geométrica GSP2	Media aritmética GSP3	Media geométrica GSP3	Media aritmética GSP4	Media geométrica GSP4
0	41,00	40,37	38,12	38,15	38,8840	38,8840	38,8840	38,8840	38,8840	38,8840	38,8840	38,8840
7	183,40	183,00	169,30	196,20	183,6006	183,6006	183,6006	183,6006	183,6006	183,6006	183,6006	183,6006
14	248,00	209,25	202,60	212,60	215,9243	215,9243	215,9243	215,9243	215,9243	215,9243	215,9243	215,9243
21	268,00	268,00	268,00	268,00	268,0000	268,0000	268,0000	268,0000	268,0000	268,0000	268,0000	268,0000
28	167,00	170,00	154,00	164,00	164,5792	164,5792	164,5792	164,5792	164,5792	164,5792	164,5792	164,5792
35	245,00	251,00	237,00	250,00	244,5074	244,5074	244,5074	244,5074	244,5074	244,5074	244,5074	244,5074
38	272,00	269,00	271,00	273,00	272,8378	272,8378	272,8378	272,8378	272,8378	272,8378	272,8378	272,8378
39	278,00	277,00	277,00	278,00	278,3000	278,3000	278,3000	278,3000	278,3000	278,3000	278,3000	278,3000
40	294,00	283,00	286,00	286,00	290,7447	290,7447	290,7447	290,7447	290,7447	290,7447	290,7447	290,7447
41	305,00	297,00	302,00	308,00	304,5520	304,5520	304,5520	304,5520	304,5520	304,5520	304,5520	304,5520
42	317,63	306,90	312,10	321,50	314,1825	314,1825	314,1825	314,1825	314,1825	314,1825	314,1825	314,1825
43	326,61	314,20	323,80	334,10	324,3267	324,3267	324,3267	324,3267	324,3267	324,3267	324,3267	324,3267
Medidas de tendencia central												
Edad (Días)	GS-P4-36	GS-P4-37	GS-P4-38	GS-P4-39	Media aritmética GSP1	Media geométrica GSP1	Media aritmética GSP2	Media geométrica GSP2	Media aritmética GSP3	Media geométrica GSP3	Media aritmética GSP4	Media geométrica GSP4
0	41,00	40,34	38,15	38,20	38,0413	38,0413	38,0413	38,0413	38,0413	38,0413	38,0413	38,0413
7	187,05	181,00	168,20	190,75	181,4742	181,4742	181,4742	181,4742	181,4742	181,4742	181,4742	181,4742
14	248,50	209,80	202,60	212,15	216,4336	216,4336	216,4336	216,4336	216,4336	216,4336	216,4336	216,4336
21	268,25	268,00	268,00	268,00	268,0000	268,0000	268,0000	268,0000	268,0000	268,0000	268,0000	268,0000
28	168,40	168,10	154,40	168,30	164,5599	164,5599	164,5599	164,5599	164,5599	164,5599	164,5599	164,5599
35	247,60	252,40	236,80	245,40	242,6240	242,6240	242,6240	242,6240	242,6240	242,6240	242,6240	242,6240
38	276,35	272,40	274,30	276,30	275,0040	275,0040	275,0040	275,0040	275,0040	275,0040	275,0040	275,0040
39	280,35	282,20	285,70	286,30	284,6545	284,6545	284,6545	284,6545	284,6545	284,6545	284,6545	284,6545
40	297,00	292,50	298,40	293,30	295,0344	295,0344	295,0344	295,0344	295,0344	295,0344	295,0344	295,0344
41	307,87	303,70	310,40	307,30	307,3359	307,3359	307,3359	307,3359	307,3359	307,3359	307,3359	307,3359
42	318,10	311,34	317,90	314,90	319,4412	319,4412	319,4412	319,4412	319,4412	319,4412	319,4412	319,4412
43	328,10	314,90	323,80	334,90	324,3267	324,3267	324,3267	324,3267	324,3267	324,3267	324,3267	324,3267
Medidas de tendencia central												
Edad (Días)	GS-P5-36	GS-P5-37	GS-P5-38	GS-P5-39	Media aritmética GSP1	Media geométrica GSP1	Media aritmética GSP2	Media geométrica GSP2	Media aritmética GSP3	Media geométrica GSP3	Media aritmética GSP4	Media geométrica GSP4
0	41,00	40,34	38,15	38,20	38,0413	38,0413	38,0413	38,0413	38,0413	38,0413	38,0413	38,0413
7	187,05	181,00	168,20	190,75	181,4742	181,4742	181,4742	181,4742	181,4742	181,4742	181,4742	181,4742
14	248,50	209,80	202,60	212,15	216,4336	216,4336	216,4336	216,4336	216,4336	216,4336	216,4336	216,4336
21	268,25	268,00	268,00	268,00	268,0000	268,0000	268,0000	268,0000	268,0000	268,0000	268,0000	268,0000
28	168,40	168,10	154,40	168,30	164,5599	164,5599	164,5599	164,5599	164,5599	164,5599	164,5599	164,5599
35	247,60	252,40	236,80	245,40	242,6240	242,6240	242,6240	242,6240	242,6240	242,6240	242,6240	242,6240
38	276,35	272,40	274,30	276,30	275,0040	275,0040	275,0040	275,0040	275,0040	275,0040	275,0040	275,0040
39	280,35	282,20	285,70	286,30	284,6545	284,6545	284,6545	284,6545	284,6545	284,6545	284,6545	284,6545
40	297,00	292,50	298,40	293,30	295,0344	295,0344	295,0344	295,0344	295,0344	295,0344	295,0344	295,0344
41	307,87	303,70	310,40	307,30	307,3359	307,3359	307,3359	307,3359	307,3359	307,3359	307,3359	307,3359
42	318,10	311,34	317,90	314,90	319,4412	319,4412	319,4412	319,4412	319,4412	319,4412	319,4412	319,4412
43	328,10	314,90	323,80	334,90	324,3267	324,3267	324,3267	324,3267	324,3267	324,3267	324,3267	324,3267
Medidas de tendencia central												
Edad (Días)	GS-P6-36	GS-P6-37	GS-P6-38	GS-P6-39	Media aritmética GSP1	Media geométrica GSP1	Media aritmética GSP2	Media geométrica GSP2	Media aritmética GSP3	Media geométrica GSP3	Media aritmética GSP4	Media geométrica GSP4
0	41,00	40,34	38,15	38,20	38,0413	38,0413	38,0413	38,0413	38,0413	38,0413	38,0413	38,0413
7	187,05	181,00	168,20	190,75	181,4742	181,4742	181,4742	181,4742	181,4742	181,4742	181,4742	181,4742
14	248,50	209,80	202,60	212,15	216,4336	216,4336						

Tabla 17: Resumen general del número de las distancias mínimas a las medidas de tendencia central.

Granja San Bernardo							
Tabla de resumen general							
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	Total número de distancias mínimas
Número de distancias más cercanas a la media armónica:	86	81	106	105	91	115	584
Número de distancias más cercanas a la media geométrica:	2	1	1	1	0	3	8
Número de distancias más cercanas a la media aritmética:	104	110	85	86	101	74	560
Total número de distancias	192	192	192	192	192	192	1152

Como se observa en la tabla 17 la media armónica posee más números de distancias mínimas un total de 584, por lo cual la media armónica es la medida central que más se ajusta a los datos y con la cual trabajaremos para la obtención de la tabla de los pesos promedios históricos.

La tabla de pesos promedios históricos es una base de datos que ayudara a los encargados de la granja a realizar los informes de proyecciones de pesos de los pollos broiler de los posteriores lotes de producción, para ello hay que tomar en cuenta una condición que la proyección de pesos de los pollos no puede superar en 200 gramos a los pesos reales de los pollo cuando estos llegan a la planta de faena, por lo tanto en las tablas del análisis de medida central se debe sesgar los datos que posean una distancia mínima con su media armónica mayor a 200 gramos. Una vez que se determinó las distancias mínimas mayores a 200 gramos, se eliminaron esos datos atípicos y se volvió a calcular la media armónica con los datos restantes.

Se identificaron en total 8 datos atípicos de las 1152 distancias mínimas cuyos valores sobrepasaron los 200 gramos, dichos valores se encontraban el galpón 6, dos datos atípicos de los días 42 y 43 del punto G6-P1-39 y seis datos atípicos de los días 38, 39, 40, 41, 42 y 43 del punto G6-P4-38. Como se muestra en la siguiente tabla 18.

Tabla 18: Identificación de datos atípicos y sesgo de datos atípicos.

Granja San Bernardo										
Pesos en gramos										
Media armónica										
Galpón 6 Punto 1										
Lotes: 36-37-38-39										
Medida de tendencia central										
Distancia en valor absoluto entre la media armónica y los datos										
Sesgo de datos que no cumplan una distancia mínima de 200 gr con la media armónica										
Tabla histórica referencial de datos para la proyección de pesos										
Media armónica G6P1										
Cumple o No cumple										
Edad (Días)	G6-P1-36	G6-P1-37	G6-P1-38	G6-P1-39	Media armónica G6P1	Media armónica y datos	Cumple	Cumple	Cumple	Media armónica G6P1
0	38,00	40,46	50,05	50,12	43,9736	5,9736	3,5136	6,0764	6,1464	43,97
7	175,00	182,00	223,20	188,45	190,5168	15,5168	8,5168	32,6832	2,0668	190,52
14	470,00	498,55	575,35	538,85	517,6417	47,6417	19,0917	57,7083	21,2083	517,64
21	953,00	993,75	1100,60	1056,00	1022,7113	69,7113	28,9613	77,8887	33,2887	1022,71
28	1656,00	1696,10	1756,70	1676,80	1695,5792	39,5792	0,5208	61,1208	18,7792	1695,58
35	2420,00	2498,45	2552,00	2320,40	2444,5679	24,5679	53,8821	107,4321	124,1679	2444,57
38	2656,30	2644,83	2809,60	2536,60	2658,3183	2,0183	13,4883	151,2817	121,7183	2658,32
39	2715,35	2802,30	2912,40	2597,78	2752,1108	36,7608	50,1892	160,2892	154,3308	2752,11
40	2851,30	2897,70	2989,24	2686,70	2851,9370	0,6370	45,7630	137,3030	165,2370	2851,94
41	2946,80	2991,40	3116,00	2757,60	2947,2416	0,4416	44,1584	168,7584	189,6416	2947,24
42	3040,60	3083,20	3216,30		3111,5907	70,9907	28,3907	104,7093		3111,59
43	3132,70	3172,90	3315,40		3205,1101	72,4101	32,2101	110,2899		3205,11
Media de tendencia central										
Galpón 6 Punto 4										
Media armónica G6P4										
Cumple o No cumple										
Edad (Días)	G6-P4-36	G6-P4-37	G6-P4-38	G6-P4-39	Media armónica G6P4	Media armónica y datos	Cumple	Cumple	Cumple	Media armónica G6P4
0	31,00	40,68	45,00	43,40	39,1758	8,1758	1,5042	5,8242	4,2242	39,18
7	172,00	181,50	222,15	189,25	189,4920	17,4920	7,9920	32,6580	0,2420	189,49
14	472,00	491,35	571,05	544,75	516,7479	44,7479	25,3979	54,3021	28,0021	516,75
21	994,70	995,25	1115,70	1065,80	1040,4037	45,7037	45,1537	75,2963	25,3963	1040,40
28	1724,15	1732,60	1821,30	1703,50	1744,2507	20,1007	11,6507	77,0493	40,7507	1744,25
35	2432,80	2520,40	2695,90	2418,30	2512,1546	79,3546	8,2454	183,7454	93,8546	2512,15
38	2659,20	2657,22		2637,70	2651,3377	7,8623	5,8823		13,6377	2651,34
39	2714,15	2812,40	2697,32	2697,32	2740,3616	26,2116	72,0384		43,0416	2740,36
40	2829,30	2903,00		2806,10	2845,5384	16,2384	57,4616		39,4384	2845,54
41	2910,20	2991,10		2886,90	2928,7251	18,5251	62,3749		41,8251	2928,73
42	2987,80	3076,60		2965,10	3009,0714	21,2714	67,5286		43,9714	3009,07
43	3061,90	3159,10		3040,60	3086,3470	24,4470	72,7530		45,7470	3086,35

Una vez que se realizó el análisis de tendencia central y sesgo de datos atípicos podemos calcular y elaborar la tabla de pesos promedios históricos.

Tabla 19: Tabla de pesos promedios históricos por puntos de pesaje de cada galpón.

Granja San Bernardo						
Tabla de pesos promedios históricos por puntos de pesaje de cada galpón.						
pesos en gramos						
Edad (Días)	Pesos promedios históricos G1P1	Pesos promedios históricos G2P1	Pesos promedios históricos G3P1	Pesos promedios históricos G4P1	Pesos promedios históricos G5P1	Pesos promedios históricos G6P1
0	41,84	43,09	43,78	43,82	44,24	43,97
7	180,14	178,99	163,95	176,13	184,19	190,52
14	484,97	475,37	481,22	485,86	493,51	517,64
21	961,79	947,76	939,13	979,52	979,30	1022,71
28	1624,34	1617,41	1586,46	1643,56	1617,41	1695,58
35	2437,57	2466,29	2344,14	2441,29	2424,75	2444,57
38	2668,88	2722,23	2597,34	2694,60	2673,71	2658,32
39	2793,88	2826,63	2700,07	2779,98	2758,03	2752,11
40	2888,51	2926,88	2799,76	2888,67	2868,29	2851,94
41	2998,17	3032,57	2914,15	3005,39	2990,42	2947,24
42	3112,37	3150,69	3017,96	3107,38	3097,34	3111,59
43	3217,40	3266,07	3120,30	3208,24	3199,43	3205,11
Edad (Días)	Pesos promedios históricos G1P2	Pesos promedios históricos G2P2	Pesos promedios históricos G3P2	Pesos promedios históricos G4P2	Pesos promedios históricos G5P2	Pesos promedios históricos G6P2
0	41,52	42,87	42,37	42,22	41,22	43,19
7	178,36	173,22	174,35	175,35	183,10	189,78
14	487,10	470,31	476,41	479,64	491,30	519,57
21	981,97	961,03	959,19	972,67	988,29	1030,62
28	1694,33	1660,93	1653,09	1666,50	1644,95	1742,81
35	2480,40	2448,65	2405,94	2484,55	2484,30	2513,86
38	2691,23	2703,03	2652,18	2729,13	2720,47	2716,38
39	2817,26	2798,64	2748,94	2812,75	2800,57	2807,87
40	2905,07	2897,04	2839,40	2919,04	2909,73	2909,17
41	3007,42	2995,33	2940,04	3040,34	3036,16	3005,11
42	3107,26	3106,16	3040,36	3141,94	3143,05	3090,96
43	3200,30	3204,35	3132,18	3242,10	3242,52	3174,04
Edad (Días)	Pesos promedios históricos G1P3	Pesos promedios históricos G2P3	Pesos promedios históricos G3P3	Pesos promedios históricos G4P3	Pesos promedios históricos G5P3	Pesos promedios históricos G6P3
0	44,10	42,32	41,78	42,93	38,88	40,79
7	177,62	174,06	172,97	174,68	183,09	190,34
14	484,13	461,42	475,44	477,74	488,26	514,97
21	978,77	949,29	957,81	978,79	982,70	1034,73

28	1705,54	1661,84	1616,13	1658,60	1657,18	1753,45
35	2524,20	2459,77	2405,02	2452,83	2392,59	2528,05
38	2732,75	2713,44	2648,70	2686,57	2651,26	2730,81
39	2871,49	2810,83	2748,81	2766,91	2736,89	2819,92
40	2964,19	2904,77	2845,48	2864,32	2834,30	2923,42
41	3074,61	3005,47	2952,61	2979,15	2944,09	3018,77
42	3178,65	3113,27	3059,50	3073,53	3040,78	3104,38
43	3277,98	3215,34	3158,51	3165,94	3133,10	3187,15
Edad (Días)	Pesos promedios históricos G1P4	Pesos promedios históricos G2P4	Pesos promedios históricos G3P4	Pesos promedios históricos G4P4	Pesos promedios históricos G5P4	Pesos promedios históricos G6P4
0	42,99	43,79	41,04	42,47	38,04	39,18
7	176,26	174,67	172,32	175,32	181,47	189,49
14	481,32	459,36	471,78	468,83	486,85	516,75
21	986,02	942,53	957,11	975,20	971,80	1040,40
28	1709,47	1640,86	1630,46	1655,75	1645,41	1744,25
35	2458,32	2425,92	2427,10	2438,02	2427,13	2512,15
38	2682,83	2706,52	2658,71	2678,10	2667,04	2651,34
39	2809,15	2819,84	2753,01	2758,75	2747,00	2740,36
40	2901,60	2911,38	2850,79	2858,55	2848,85	2845,54
41	2998,88	3013,18	2956,82	2970,99	2965,86	2928,73
42	3094,03	3126,46	3060,73	3065,56	3065,41	3009,07
43	3185,00	3237,51	3156,65	3158,26	3159,17	3086,35

La tabla 19 la cual es el resultado de toda esta investigación ayudara a la granja avícola en diversas formas como, por ejemplo:

- Los datos de la tabla de pesos promedios históricos vendrían hacer los valores de los vectores de las abscisas es decir la variable independiente, en vez de la edad de los pollos medidos en días para las futuras proyecciones de pesos de los pollos de los posteriores lotes de producción.
- Ayuda a los encargados de la producción de la granja a la toma de decisiones ya que van a contar con una tabla que es un indicador de la ganancia de masa promedio histórica, lo que facilita determinar si se encuentran por encima o por debajo de su eficiencia en la producción de carne.
- Los datos pueden ser utilizados para la elaboración de diferentes herramientas informáticas para la proyección de datos utilizando modelos matemáticos ya establecidos.

Conclusiones

Se recopiló información sobre las pesas que se realiza a los pollos broiler de la granja San Bernardo de cuatro lotes de producción 36, 37, 38 y 39. Obteniendo así 1368 datos del lote 36, 1288 datos del lote 37, 1288 datos del lote 38 y 1248 datos del lote 39, de los cuales se obtuvieron sus promedios según la edad del pollo y punto de pesaje de cada galpón para obtener así tablas resumidas de los muestreos de pesos que se realizan en la granja.

Con ayuda del programa Matlab y los fundamentos matemáticos del polinomio interpolador y extrapolador se pudo calcular los datos necesarios para establecer un intervalo de análisis que está en base a la edad de los pollos corresponde a los días 0, 7, 14, 21, 28, 35, 38, 39, 40, 41, 42 y 43. Lo que facilitó el agrupamiento de datos de los lotes de producción.

Se realizó un análisis de medidas de tendencia central donde se aplicó la media armónica, geométrica y aritmética, para determinar qué medida de tendencia central se ajusta más a los datos, obteniendo en total 1152 distancias mínimas entre los datos y las medidas de tendencia central, donde la media armónica obtuvo 584 distancias mínimas por lo cual es la media que más se ajusta a los datos.

Se identificaron 8 datos atípicos los cuales poseían un mayor a 200 gramos entre su dato y su media armónica, estos datos fueron eliminados y se determinó la media armónica con los datos restantes. Se elaboró una tabla de pesos promedios históricos con la media armónica de los datos que fueron agrupados verticalmente por su edad en días y horizontalmente por galpón-punto de pesaje-lote de producción, con el fin de obtener así datos históricos de los pesos de los pollos que pueden ser utilizados en diferentes aplicaciones matemáticas.

Referencias

1. Chapra, S., & Canale, R. (2015). *Métodos numéricos para ingenieros*.
2. De la Fuente O'Connor, J. L. (2017). *Algoritmos y Métodos Numéricos*.
3. Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2010). Mejoramiento avícola para sistemas productivos semi-intensivos que preservan el bienestar animal. *BAG - Journal of Basic and Applied Genetics*, 21(2).
4. Mathews, J., & Fink, K. (2000). *Metodos Numericos con Matlab*.

5. Ocaña, F. (2017). *Técnicas estadísticas en Nutrición y Salud Tratamiento estadístico de outliers y datos faltantes*. 1–6. <http://www.ugr.es/~fmocan/MATERIALES DOCTORADO/Tratamiento de outliers y missing.pdf>
6. Quevedo, F. (2011). Medidas de tendencia central y dispersión. *Medwave*, 11(03), 1–6. <https://doi.org/10.5867/medwave.2011.03.4934>
7. RedUSERS. (2013). *Excel 2013 Guia practica Para El Usuario*.

© 2023 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).