



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE
MADRID

Estimación de las **consecuencias económicas** de epidemias animales. Caso práctico con **PPC**.

Curso de gestión de alertas sanitarias
RASVE-MAGRAMA, 10/06/2015

[E. Fernández Carrión¹](#)

¹VISAVET (Centro de Vigilancia Veterinaria Sanitaria Veterinaria, UCM)

Índice

1. Clasificación de costes
2. Estimación de cada coste
3. Herramientas predictivas: Be-FAST
4. Caso práctico: [PPC en Segovia](#)
5. Estudio de los costes
6. Estudio estadístico
7. Realización de informe

Parte teórica

Parte práctica

Tipos de coste

- Utilizamos la clasificación propuesta por Saatkamp et al. (2000)
 1. **Costes pagables** (C_p , *Payable costs*)
Pagados directamente por Autoridades y Gobiernos para erradicar la epidemia
 2. **Costes transferidos** (C_t , *Transferred costs*)
Pagados por Autoridades, Gobiernos y Seguros para compensar al sector
 3. **Costes calculados** (C_c , *Calculated costs*)
Pérdidas asociadas a terceros hasta la normalización de la situación
 4. **Costes indirectos** (C_i , *Indirect costs*)
Pérdidas estimadas hasta la recuperación del Mercado

Saatkamp, H.W., Berentsen, P.B.M., Horst, H.S., 2000. Economic aspects of the control of classical swine fever outbreaks in the European Union. *Vet. Microb.* 73, 221-237.

Costes pagables

- Son los costes asociados para controlar las epidemias hasta su total erradicación
 - **Gastos de laboratorio**
 - Veterinario que realiza el muestreo, envío de la muestra, evaluación de la muestra y técnico de laboratorio.
 - **Establecimiento de zonas de protección**
 - Agentes de seguridad, gastos administrativos y fungible de coordinación-ejecución.
 - **Limpieza y desinfección**
 - Empresa de limpieza y desinfección, materiales.
 - **Costes de sacrificio**
 - Fungibles, servicios de ejecución y retirada de cadáveres.

Costes transferidos

- Son los costes relacionados con la compensación económica asociada al censo sacrificado
 - **Indemnizaciones** a cada granja por cada uno de los animales sacrificados
 - Puede depender del tipo de animal sacrificado (o tipo de explotación)



MINISTERIO DE
AGRICULTURA, PESCA Y
ALIMENTACIÓN

SECRETARÍA GENERAL DE AGRICULTURA
DIRECCIÓN GENERAL DE GANADERÍA

SUBDIRECCIÓN GENERAL
DE SANIDAD ANIMAL

MANUAL PRÁCTICO DE
OPERACIONES EN LA
LUCHA CONTRA LA
PESTE PORCINA
CLÁSICA (PPC)

CENSO SACRIFICADO

CV:	V:	L:	R:	C:	TOTAL:
-----	----	----	----	----	--------

Costes calculados

- Son las pérdidas producidas en el sector hasta la erradicación y normalización de la situación
 - **Fómites** eliminados durante la limpieza o el sacrificio
 - Pérdidas asociadas a la **no producción** de la granja durante cuarentena y hasta el reemplazo por censo sano
 - Pérdidas asociadas a las **restricciones de movimientos** en las granjas
 - Pérdidas asociadas a las **empresas de transporte**
 - Posibles pérdidas ocasionadas al **gremio de veterinarios**

Cómo computar los costes

- Gastos de laboratorio
 - Dependen del **número de muestras** que se toman en cada granja

5.8 euros/prueba

PROGRAMA DE CONTROL Y
ERRADICACION DE LA
ENFERMEDAD DE
AUJESZKY EN ESPAÑA

- El número de muestras que se toman en cada granja dependen del número del **censo de la granja** y de la **prevalencia estimada**

El número de muestras que deban tomar dependerá del nivel de confianza exigido y de la prevalencia estimada, viendo determinado según la siguiente tabla:

CENSO DE LA EXPLOTACIÓN	CONFIANZA 95% / PREVALENCIA:		
	20%	10%	5%
10	10	10	10
20	10	16	19
30	11	19	26

MANUAL PRÁCTICO DE
OPERACIONES EN LA
LUCHA CONTRA LA
PESTE PORCINA
CLÁSICA (PPC)

Cómo computar los costes

- Gastos de laboratorio

- El número de muestras $N_{sm}(i, t)$ en una granja i el día de muestreo t se puede estimar como

$$N_{sm}(i, t) = (1 - (1 - a)^{1/P}) \cdot (N_{ani}(i, t) - \frac{P - 1}{2})$$

donde $P > 0$ es la prevalencia estimada y $a > 0$ el nivel de confianza.

J. Casal i Fàbrega, E. Mateu de Antonio. Problemas de epidemiología veterinaria. Servei de Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona, 1999.

Cómo computar los costes

- Gastos de laboratorio
 - El coste de cada muestreo $C_{p,sm}(i, t)$ lo calculamos como

$$C_{p,sm}(i, t) = N_{sm}(i, t) \cdot MC_{p,sm}$$

donde $MC_{p,sm}$ es el coste estimado de cada gasto de laboratorio.

Cómo computar los costes

- Gastos estimados en zonas de protección*
 - El coste medio diario del establecimiento del control $C_{p,zn}(i, t)$ por cada granja infectada-detectada i y cada día t lo calculamos como

$$C_{p,zn}(i, t) = N_{zn}(i, t) \cdot MC_{p,zn}$$

donde $N_{zn}(i, t)$ es el número de granjas que están en la zona de protección de la granja i el día t y $MC_{p,zn}$ es el coste medio del control/vigilancia de cada granja.

- Estimar el valor $MC_{p,zn}$ puede ser lo más complicado
 - Como ejemplo podemos estimar el coste medio diario de dos agentes de seguridad ~195€

* asumiendo mismo coste para zona de control y de vigilancia

Cómo computar los costes

- Gastos de sacrificio, limpieza y desinfección
 - Los costes pagables asociados al sacrificio $C_{p,cul}(i, t)$ por cada granja infectada-detectada i dependerá de el censo de la granja, $N_{ani}(i, t)$, el día de la ejecución t lo calcularíamos como

$$C_{p,cul}(i, t) = N_{ani}(i, t) \cdot MC_{p,cul}$$

donde $MC_{p,cul}$ es el coste medio de ejecutar, limpiar y desinfectar un animal.

- Estimar el valor $MC_{p,cul}$ podemos suponer solo los costes materiales $\sim 1,53\text{€}$

Cómo computar los costes

- Costes pagables finales

- Al final de una epidemia que durase T días, podríamos estimar los costes totales como

$$C_p = \sum_{t=1}^T \left(\sum_{i \in \Theta_{zn}(t)} C_{p,zn}(i, t) + \sum_{i \in \Theta_{cul}(t)} C_{p,cul}(i, t) + \sum_{i \in \Theta_{sm}(t)} C_{p,sm}(i, t) \right)$$

donde $\Theta_{zn}(t)$, $\Theta_{cul}(t)$ y $\Theta_{sm}(t)$ son los conjuntos de granjas que han sido infectadas-detectadas y puestas en cuarentena, el conjunto de granjas que han sido sacrificadas y el conjunto de granjas a las que se le asocian gastos de laboratorio.

Cómo computar los costes

- Costes transferidos finales
 - Al final de una epidemia, los costes asociados a indemnizaciones se estimarían en función de las granjas sacrificadas y el censo de animales muertos por la epidemia o los sacrificios

$$C_t = \sum_{t=1}^T \sum_{i \in \Theta_{cul}(t)} N_{ani}(i, t) \cdot MC_{t,cul}(i)$$

donde $\Theta_{cul}(t)$ es el conjunto de granjas que han sido sacrificadas y $MC_{t,cul}(i)$ el coste medio de cada animal sacrificado en la granja i que dependerá del tipo de explotación que sea.

Valor unitario por tipo de animal, clase de ganado y sistema de manejo

Sistema de manejo	Clase de ganado	Tipo de animal	Valor unitario (euros)	
			Máximo	Mínimo
Centros de inseminación	Selectos de razas precoces	Reproductor macho selecto	1200	480
	Ibérico puro y macho Duroc puro	Reproductor macho selecto	1200	480
	Ibérico y macho Duroc	Reproductor	315	126



Cómo computar los costes

- Costes calculados

- Con la misma filosofía de trabajar sobre cada granja i y cada día t de la epidemia dure hasta T días, obtenemos los costes asociados a
 - destrucción de fómites, $C_{c,ds}(i, t)$
 - granjas sin producción, $C_{c,np}(i, t)$
 - bloqueos de vehículos transportando animales, $C_{c,tr}(i, t)$
 - bloqueos de vehículos que transportan o comercian otro tipo de suministro, $C_{c,su}(i, t)$
 - bloqueos de servicios veterinarios, $C_{c,vet}(i, t)$.

- Y los calculamos como

$$C_c = \sum_{t=1}^T \left(\sum_{i \in \Theta_{qt}(t)} C_{c,ds}(i, t) + \left(\sum_{i \in \Theta_{zn}(t)} C_{c,np}(i, t) + C_{c,tr}(i, t) + C_{c,su}(i, t) + C_{c,vt}(i) \right) \right)$$

Costes de Mercolleida

- Costes indirectos
- Analizamos la evolución del mercado porcino (€/kg) durante la epidemia de 2001/02 en España (www.mercolleida.com)
- MP_{obs}
Evolución observada de los precios semanales durante la epidemia
- MP_{pre}
Variación predicha/estimada para la misma época

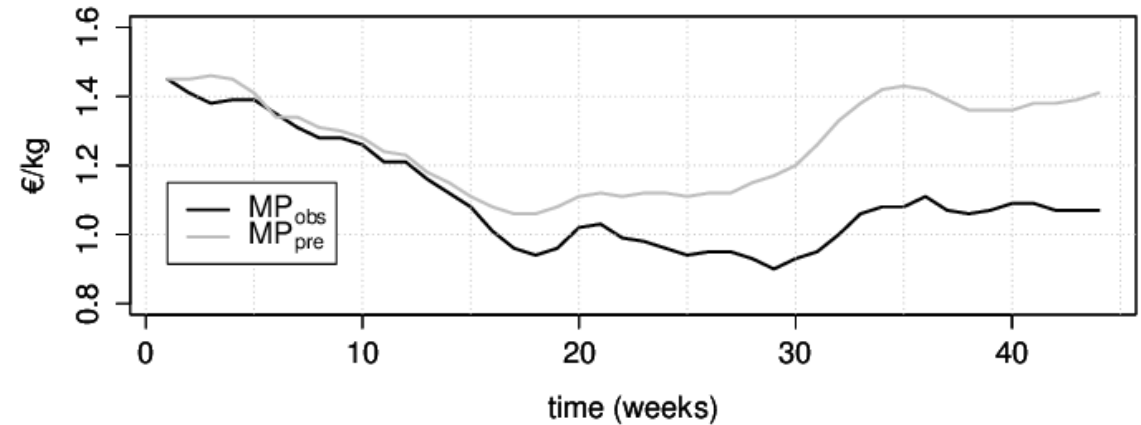


Figure 2: Variation in the observed swine price $MP_{obs}(t)$ (€/kg) and predicted swine price $MP_{pre}(t)$ (€/kg) during 2001-02 epidemic in Spain. Both indices were initially taken to be 1.45 €/kg, corresponding to $MP_{obs}(1)$.

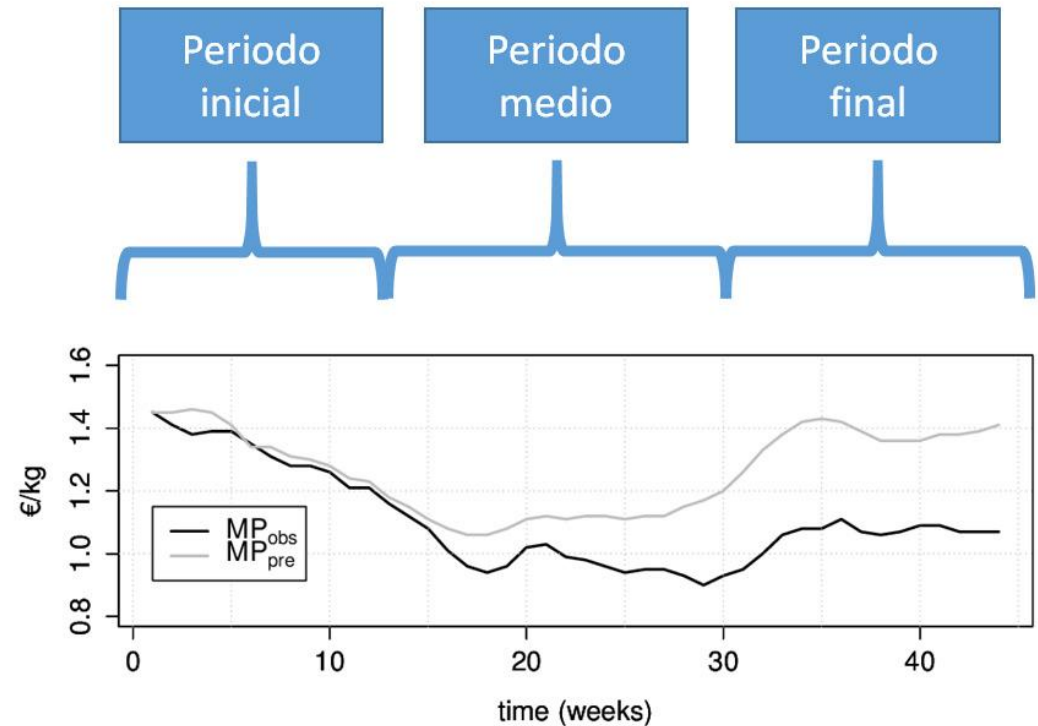
Costes indirectos

- MP_{pre} es estimado mediante

$$\nabla MP_{his}(t) = \frac{MP_{his}(t)}{MP_{his}(t-1)}$$

donde MP_{his} es el valor medio histórico (€/kg) 2 años antes y 2 años después de la epidemia en el mismo día t excluyendo el año de la epidemia.

$$MP_{pre}(t) = MP_{pre}(t-1) \cdot \nabla MP_{his}(t)$$



Forma de embudo durante el periodo medio

Herramientas predictivas

Be-FAST

BETWEEN-FARM-ANIMAL SPATIAL TRANSMISSION

- *Software* informático desarrollado por MOMAT (UCM) y VISAVET (UCM).
- Realiza simulaciones de posibles escenarios de epidemias en ganadería (PPC, PPA, LA...) en regiones concretas.
- Cada simulación computa un modelo espacial y temporal estocástico basado en modelos S-E-I-R dentro de cada granja infectada y entre granjas.

Herramientas predictivas

- Los resultados que ofrece nos permite estimar entre otros
 - Patrones de difusión
 - Áreas de riesgo
 - Eficiencia de las medidas de control
 - Pérdidas económicas
- Necesita una base de datos basada en
 - Descripción y localización de granjas de la región
 - Histórico-Red de movimientos de animales
- Ha sido adaptado, hasta ahora, con
 - PPA, PPC y LA
 - Segovia, Bulgaria, Cerdeña y Perú



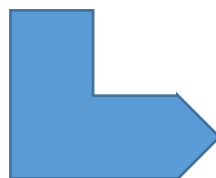
Peste porcina clásica en Segovia

- Vamos a realizar un número apropiado de simulaciones en Be-FAST sobre una base de datos en
 - PPC y,
 - Segovia 2008
 - 2.235 piaras
 - 1.403.800 animales
 - 10.046 movimientos
- Al introducir todos los parámetros en el programa, nos genera un **informe económico** con los resultados principales de todas las simulaciones

Peste porcina clásica en Segovia

- Podemos generar una los **percentiles** que abarquen el 20%, 40%, 60% y 80% para tener un total de 5 grupos distintos clasificados según su impacto

Cp zoning	Cp sacrificios	Cp muestreo	Cp	Ct	Cc fomites	Cc no producción	Cc movimientos	Cc transporte	Cc veterinario	Cc	Cd	GRUPO
30615	4746	0	35361	893881	49942	776	6132	34060	30063	144903	1074140	3
36465	289	6	36760	49461	3043	466	19781	120120	104063	331754	417975	2
861705	18407	18177	898290	3013030	193699	102150	99592	729170	613813	2252640	6163960	5
20670	1362	0	22032	232913	14329	223	5300	25480	18938	77907	332851	2
22620	83	41	22743	15537	869	14	16929	91520	75063	242528	280808	2
680355	435	99	680888	75787	4572	2015	58351	393510	340250	1080600	1837270	4
10335	41	0	10376	7066	435	7	1596	23660	17625	59352	76794	1
521040	3426	8016	532481	586356	36048	2694	62791	411840	355938	1162460	2281290	4
45630	31	0	45661	5234	322	5	5432	35360	29813	95312	146207	1
490425	991	742	492159	175495	10433	2939	55975	375570	339938	1068820	1736470	4
192180	155	168	192503	30296	1626	172	11072	356070	296625	951418	1471220	4



GRUPO	percentil	euros	CONTAR	SUMAR	MEDIA
1	PERCENTIL 20	192432	200	21549755.1	107749
2	PERCENTIL 40	504611	200	68385863	341929
3	PERCENTIL 60	1099476	200	153481078	767405
4	PERCENTIL 80	2286294	200	322608470	1613042
5	PERCENTIL 100	24471000	199	858789360	4315524



Peste porcina clásica en Segovia

- Agrupamos los resultados en 9 casos distintos en función de su impacto sanitario

Case	F	D	CS	IF	C_{total}	C_i	C_d	C_p	C_t	C_c
1	1	54.5	1.9	2.42	0.91	0.36	0.55	0.06	0.42	0.06
2	5	76.9	8.3	10.49	3.18	0.84	2.34	0.22	1.84	0.27
3	10	82.8	15.9	19.58	5.18	0.86	4.43	0.38	3.52	0.52
4	15	87.6	23.6	28.72	7.41	0.87	6.53	0.53	5.23	0.77
5	20	89.4	30.3	36.67	9.34	0.98	8.35	0.65	6.71	0.98
6	25	90.3	36.6	44.59	11.10	1.00	10.01	0.76	8.13	1.19
7	50	91.5	69.4	82.34	20.00	1.19	18.80	1.19	15.36	2.25
8	75	90.7	100.7	119.18	28.02	1.19	27.06	1.43	22.36	3.27
9	100	94.7	132.1	156.56	36.55	1.38	35.16	1.56	29.32	4.28

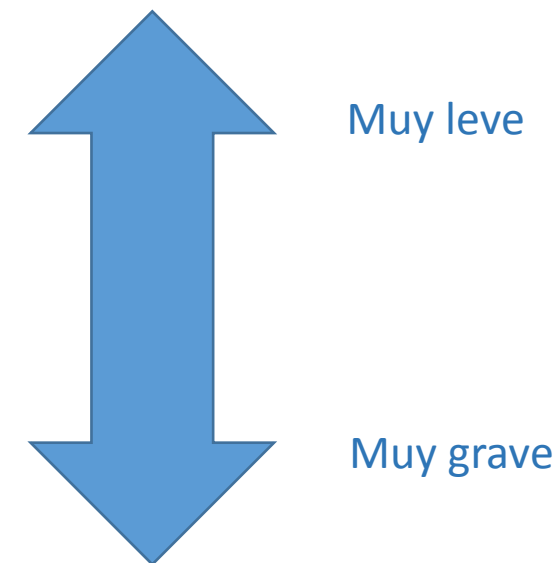
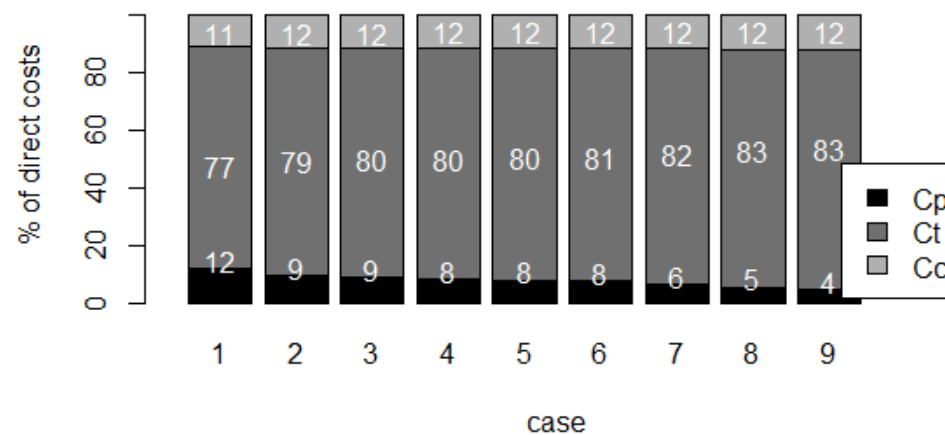


Table 4: Results of economic modeling during the experiments described in Section ???. Values shown are averages for 1000 simulations for each of the nine considered cases: Number of initial infected farms, F ; duration in days, D ; number of culled swines in miles, CS ; number of infected farms, IF ; total costs in M€, C_{total} ; indirect costs in M€, C_i ; direct costs in M€, C_d ; payable costs indirect costs increased, M€, C_p ; transferred costs in M€, C_t ; and calculated costs in M€, C_c .

Peste porcina clásica en Segovia

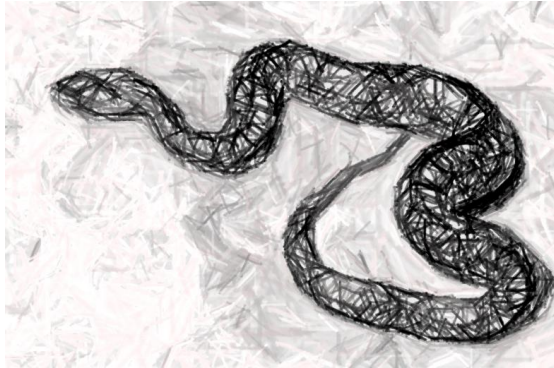
- Evolución en porcentaje de los costes directos

Case	C_p (%)	C_t (%)	C_c (%)
1	11.61	77.10	11.29
2	9.44	78.97	11.58
3	8.62	79.64	11.74
4	8.19	80.03	11.78
5	7.87	80.34	11.79
6	7.62	80.54	11.85
7	6.33	81.68	11.98
8	5.28	82.63	12.09
9	4.45	83.38	12.17

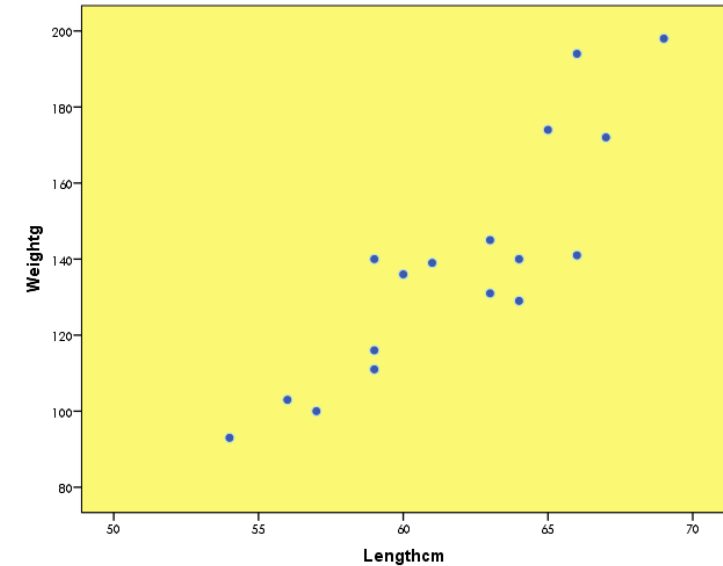


Regresión y correlación

- Necesitamos al menos dos variables (X,Y)
 - X = “longitudes”
 - Y = “pesos”

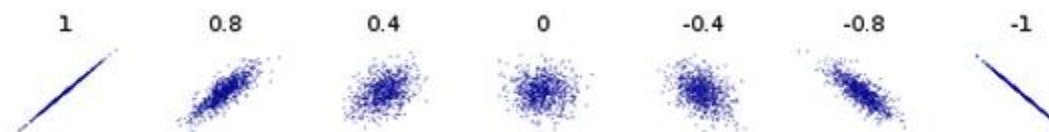
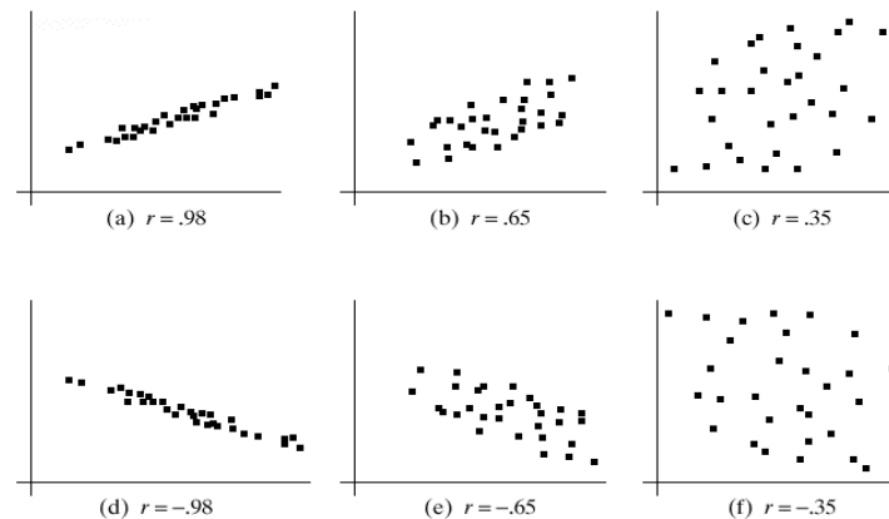
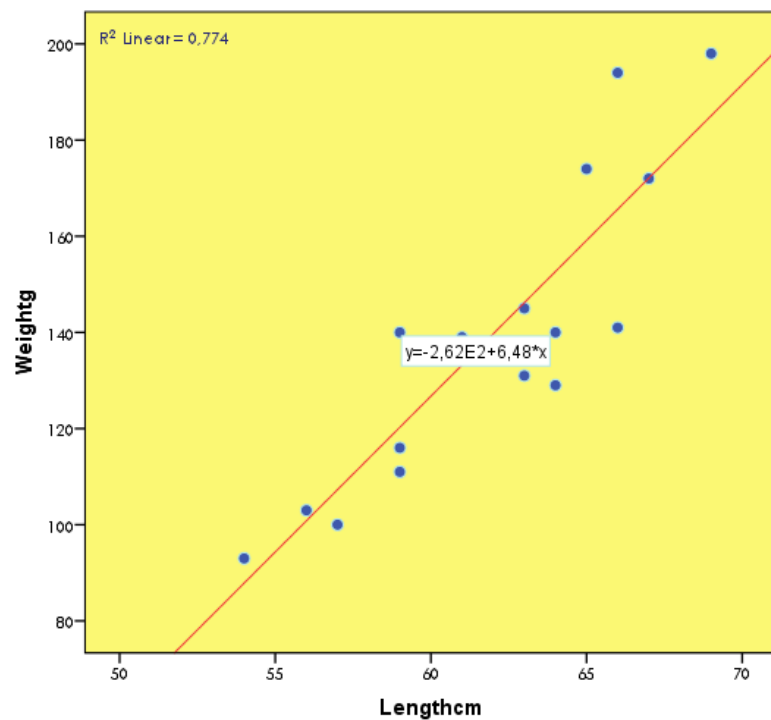


Snake Vibera bertis



Regresión y correlación

$$y = 2,62 + 6,48 \cdot x$$



Peste porcina clásica en Segovia

- Estudio de las correlaciones entre las variables económicas y las variables sanitarias más importantes
 - La **correlación** indica la fuerza y la dirección de una relación lineal y proporcionalidad entre dos variables

Spearman's ρ	C_i	C_p	C_t	C_c
<i>D</i>	0.629	0.718	0.647	0.651
<i>IF</i>	0.462	0.959	0.901	0.900
<i>CS</i>	0.419	0.896	0.996	0.995

Significance at the 0.01 level

- $\rho \rightarrow 1$, correlación fuerte
- $\rho \rightarrow 0$, incorreladas



Peste porcina clásica en Segovia

- Para poder predecir resultados futuros de nuestros escenarios, podemos utilizar **técnicas de regresión** para estimar rápidamente los costes a las variables sanitarias con las que guardan mayor relación

$$C_i(D) = 0.998 - 0.031 \cdot D + 0.0003 \cdot D^2,$$

$$C_p(IF, CS) = 0.032 + 0.013 \cdot IF + 0.001 \cdot CS,$$

$$C_t(IF, CS, D) = -0.027 - 0.003 \cdot IF + 0.225 \cdot CS + 0.0005 \cdot D,$$

$$C_c(IF, CS, D) = -0.016 + 0.0005 \cdot IF + 0.033 \cdot CS + 0.0003 \cdot D.$$

Gracias



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE
MADRID