

□

ANÀLISI DE DADES ESPACIALS EN L'ÀMBIT DE L'EPIDEMIOLOGIA

Prof. Dr. Maria A Barceló i Prof. Dr. Marc Saez

8, 10, 14 i 16 de setembre de 2021

Grup de Recerca en Estadística, Econometria i Salut (GRECS), Universitat de Girona
CIBER d'Epidemiologia i Salut Pública(CIBERESP)

INTRODUCCIÓ AL CURS

1. Introducció al curs
2. Introducció a l'epidemiologia i l'estadística espacial
3. Panoràmica del models mixtos
4. Panoràmica del models mixtos - Pràctiques
5. Introducció a INLA i R INLA
6. R INLA - Pràctiques

Dimecres 8

Divendres 10

INTRODUCCIÓ AL CURS

- 7. Mapes de malalties. Estandardització de raons d'incidència i mortalitat
- 8. Mapes de malalties. Suavització de raons d'incidència i de mortalitat estandarditzades
- 9. Mapes de malalties – Pràctiques
- 10. Estudis d'associació geogràfica. Regressió ecològica espacial
- 11. Regressió ecològica espacial - Pràctiques

Dimarts 14

INTRODUCCIÓ AL CURS

- 12. Agrupació de casos
- 13. Extensions: BYM2, processos puntuals, leaflet, pc priors
- 14. Extensions – Pràctiques

} Dijous 16

EPIDEMIOLOGIA I EPIDEMIOLOGIA ESPACIAL

Actualment, hi ha una gran necessitat de **mètodes espacials** ja que:

- la majoria d'estudis epidemiològics tenen un **component espacial**
- estem interessats en tenir en compte el **component espacial**
- molt habitualment, **l'àrea de estudi és petita** i/o hi ha una gran quantitat d'**informació a nivell individual amb informació de la localització** geogràfica

EPIDEMIOLOGIA I EPIDEMIOLOGIA ESPACIAL

Per què estem interessats en tenir en compte el component espacial?

- Perquè ens interessa explícitament el patró espacial del factor de risc: **mapes de malalties**
- Perquè aquest recull gran part de la confusió no observada: **regressió espacial**
- Perquè observem aglomeracions en l'espai: **detecció d'agrupacions**
- Perquè ens interessen els efectes d'un focus contaminant en la salut dels habitants residents en els seus voltants: **identificació de focus**

MAPES DE MALALTIES

Els **mapes de malalties** proporcionen una primera visió de la distribució espacial de la malaltia, de l'esdeveniment de salut o bé dels factors de risc dels mateixos.

Són un resumen visual del risc geogràfic.

MAPES DE MALALTIES

Els **mapes de malalties** se utilitzen per:

- ***propòsits descriptius***: per resumir la variació espacial i espai-temporal del risc de la malaltia.
- ***generar hipòtesis etiològiques***: els mapes d'exposició permeten un examen informal (examen formal mitjançant regressió espacial)
- ***vigilància***: per ressaltar àrees aparentment d'alt risc
- ajudar a la formulació de polítiques i l'assignació de recursos

MAPES DE MALALTIES

La representació de la distribució espacial de la malaltia en un mapa es pot dur a terme a diferents escales:

- a escala ***internacional***: comparacions entre països (OMS)
- a escala ***nacional***: comparacions entre comunitats autònomes, regions, ABS, ...
- a escala ***local***: estudis en àrees petites

MAPES DE MALALTIES

Representació de la distribució espacial de la malaltia en un mapa

- a escala ***internacional***: comparacions entre països (OMS)
 - grans diferències internacionals en les taxes de mortalitat per càncer de pulmó, potencialment explicades per las diferències en les prevalences del tabaquisme
 - altes taxes de càncer de fetge a l'Àfrica i el sud-est asiàtic, relacionades amb l'hepatitis B

MAPES DE MALALTIES

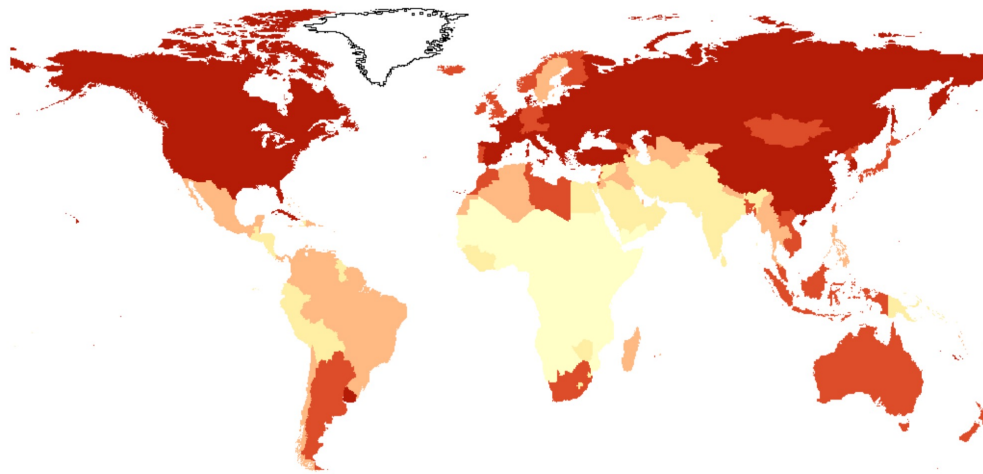
- a escala **internacional**: comparacions entre països (OMS)

International scale: Lung cancer rates - worldwide, 2008

International Agency for Research on Cancer

Estimated age-standardised mortality rate per 100,000

Lung: male, all ages



GLOBOCAN 2008 (IARC) - 8.2.2013

6. Mapes de malalties. Estandardització de raons d'incidència i mortalitat

MAPES DE MALALTIES

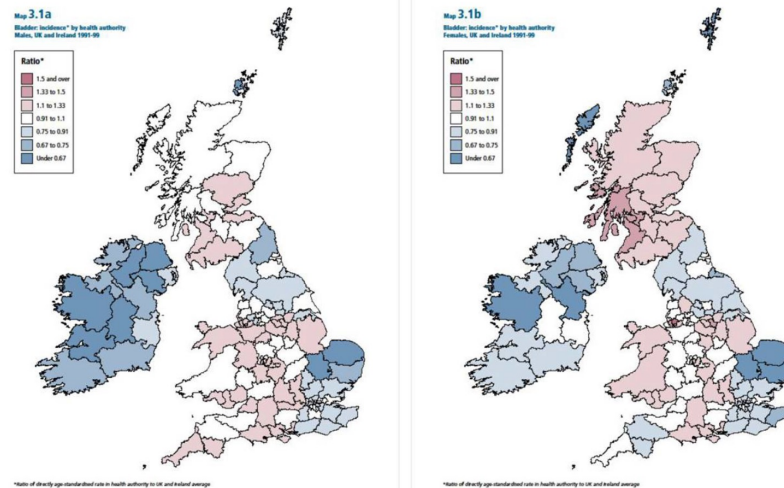
Representació de la distribució espacial de la malaltia en un mapa

- a escala ***nacional***: comparacions entre comunitats autònomes, regions, ABS, ...
 - la majoria dels atles de malalties publicats es troben dins d'aquesta categoria

MAPES DE MALALTIES

- a escala **nacional**: comparacions entre comunitats autònomes, regions, ABS, ...

National scale: Bladder cancer incidence in the UK and Ireland - Cancer Atlas of the United Kingdom and Ireland, 1991 - 2000



source: <http://www.ons.gov.uk/ons/rel/cancer-unit/cancer-atlas-of-the-united-kingdom-and-ireland/1991—2000/index.html>

6. Mapes de malalties. Estandardització de raons d'incidència i mortalitat

MAPES DE MALALTIES

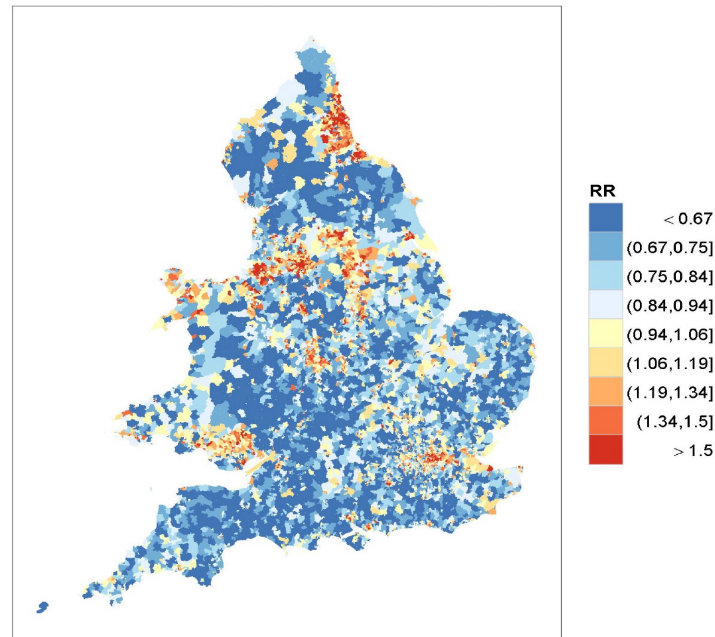
Representació de la distribució espacial de la malaltia en un mapa

- a escala **local**: estudis en àrees petites
 - escala subnacional, per exemple, municipis, barris, seccions censals, ...
 - cada vegada més freqüent a mesura que milloren les dades i els mètodes

MAPES DE MALALTIES

- a escala **local**: estudis en àrees petites

Lung cancer incidence in males, 1985-2009, England and Wales



MAPES DE MALALTIES

En l'actualitat, aquests mapes no tenen sentit si no es refereixen a àrees petites.



DISSENY I ANÀLISI D'ESTUDIS EPIDEMIOLÒGICS EN ÀREES PETITES

MAPES DE MALALTIES

Per què ens interessa representar gràficament en mapes aquestes mesures d'ocurrència de la malaltia en àrees petites?

- Perquè hi ha un interès en representar en un mapa les variacions geogràfiques en els resultats de salut a petita escala
 - Destacar les fonts d'heterogeneïtat i patrons espacials
 - Suggestir determinants de salut pública o pistes etiològiques

MAPES DE MALALTIES

Per què ens interessa representar gràficament en mapes aquestes mesures d'ocurrència de la malaltia en àrees petites?

- Perquè a petita escala (a nivell de municipi, barri, secció censal, ...)
 - aquestes mesures són menys susceptibles al biaix ecològic (agregació)
 - hi ha una major capacitat de detectar efectes altament localitzats

MAPES DE MALALTIES

Però, quins indicadors d'ocurrència de la malaltia hauríem de representar en aquests mapes?

Algunes de les mesures d'ocurrència de la malaltia més conegudes són:

- nombres absoluts (recomptes)
- prevalença
- incidència
- mortalitat

MAPES DE MALALTIES

- **Morbilitat**
 - *prevalença*
 - *incidència*

MAPES DE MALALTIES

➤ Morbilitat

- *prevalença*
 - ✓ registres
 - ✓ admissions hospitalàries (problemes de qualitat de les dades per qüestions administratives)

MAPES DE MALALTIES

➤ Morbilitat

- *incidència*

- ✓ dades habitualment disponibles només per als diferents tipus de càncer (registres)
- ✓ poden ser més sensibles als efectes de l'exposició
- ✓ menor lapse de temps entre l'exposició i l'esdeveniment en comparació amb la mortalitat

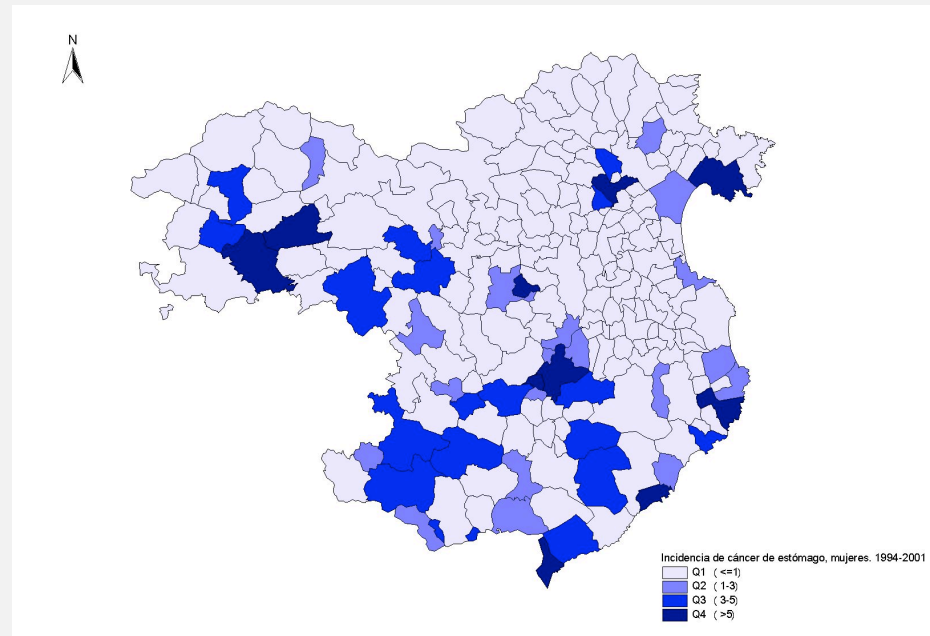
MAPES DE MALALTIES

➤ Mortalitat

- és la font de dades més fàcilment disponible per a totes les malalties
- hauria de ser completa i relativament precisa

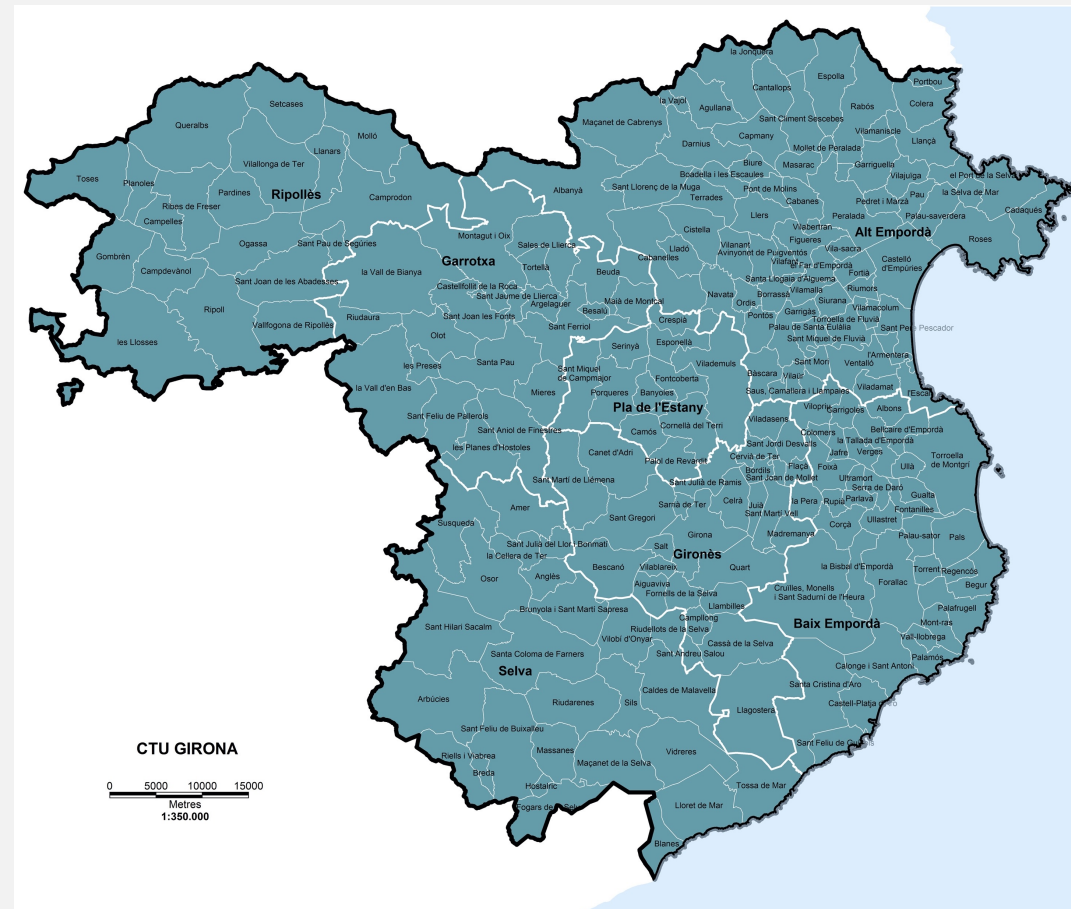
ESTANDARDITZACIÓ DE RAONS D'INCIDÈNCIA I MORTALITAT

➤ Casos observats vs. taxes



Incidència de càncer d'estómac en dones, 1994-2001. ***Nombre de casos***

MAPA DELS MUNICIPIS DE LA REGIÓ SANITÀRIA GIRONA



6. Mapes de malalties. Estandardització de raons d'incidència i mortalitat

ESTANDARDITZACIÓ DE RAONS D'INCIDÈNCIA I MORTALITAT

➤ Taxes crues vs. taxes estandarditzades

Suposem dos municipis de 10.000 habitants, A i B.

En A es van observar 125 casos de càncer i en B, 182.

Taxes crues: 12,5 (per 1.000 habitants) en **A** i **18,2** (per 1.000 habitants) en **B**.



¿Existeix un major risc de morir de càncer al municipi B?

ESTANDARDITZACIÓ DE RAONS D'INCIDÈNCIA I MORTALITAT

➤ Taxes crues vs. taxes estandarditzades

Suposem dos municipis de 10.000 habitants, A i B.

En A es van observar 125 casos de càncer i en B, 182.

Taxes crues: 12,5 (per 1.000 habitants) en **A** i **18,2** (per 1.000 habitants) en **B**.



¿Existeix un major risc de morir de càncer al municipi B?

PREGUNTA CLAU: *¿És la composició per edat en els dos municipis la mateixa?*

ESTANDARDITZACIÓ DE RAONS D'INCIDÈNCIA I MORTALITAT

➤ Taxes crues vs. taxes estandarditzades

Abans de contestar, calcularem les **taxes estandarditzades** mitjançant el mètode indirecte. Per a això, ens fixarem en la **composició per edat** en cadascun dels municipis.

Grups edat	Població		Composició poblacional (%)		Número de casos		Taxa específica (por 10 ³)	
	A	B	A	B	A	B	A	B
0-4	1.000	4.500	10	45	63	90	63	20
5-14	3.500	3.500	35	35	50	84	14,29	24
15 o més	5.500	2.000	55	20	12	8	2,18	4
Total	10.000	10.000	100%		125	182	12,5	18.2

La composició per edat és diferent a A (edat més avançada) i a B (més joves).

6. Mapes de malalties. Estandardització de raons d'incidència i mortalitat

ESTANDARDITZACIÓ DE RAONS D'INCIDÈNCIA I MORTALITAT

➤ Taxes crues vs. taxes estandarditzades

Ara estandarditzarem per edat mitjançant el mètode indirecte.

	Població A			Població B			Població estàndard		
Grups edat	Població	Casos	Taxa (por 10 ³)	Població	Casos	Taxa (por 10 ³)	Població	Casos	Taxa (por 10 ³)
0-4	1.000	63	63	4.500	90	20	5.500	153	27,82
5-14	3.500	50	14,286	3.500	84	24	7.000	134	19,14
15 o més	5.500	12	2,182	2.000	8	4	7.500	20	2,67
Total	10.000	125	12,5	10.000	182	18,2	20.000	307	15,35

Taxa crua població A

Taxa crua població B

Taxa crua població estàndard

6. Mapes de malalties. Estandardització de raons d'incidència i mortalitat

ESTANDARDITZACIÓ DE RAONS D'INCIDÈNCIA I MORTALITAT

➤ Taxes estandarditzades per edat pel mètode indirecte

$$Taxa\ estandarditzada_A = \frac{125}{27,82 \times 1.000 + 19,14 \times 3.500 + 2,67 \times 5.500} \times 15,35 = 0,00114 \times 15,35 = 0,01752$$

	Població A			Població B			Població estàndard		
Grups edat	Població	Casos	Taxa (por 10 ³)	Població	Casos	Taxa (por 10 ³)	Població	Casos	Taxa (por 10 ³)
0-4	1.000	63	63	4.500	90	20	5.500	153	27,82
5-14	3.500	50	14,286	3.500	84	24	7.000	134	19,14
15 o més	5.500	12	2,182	2.000	8	4	7.500	20	2,67
Total	10.000	125	12,5	10.000	182	18,2	20.000	307	15,35



Taxa crua població A



Taxa crua població B



Taxa crua població estàndard

ESTANDARDITZACIÓ DE RAONS D'INCIDÈNCIA I MORTALITAT

➤ Taxes estandarditzades per edat pel mètode indirecte

$$Taxa\ estandarditzada_B = \frac{182}{27,82 \times 4.500 + 19,14 \times 3.500 + 2,67 \times 2.200} \times 15,35 = 0,00092 \times 15,35 = 0,01414$$

	Població A			Població B			Població estàndard		
Grups edat	Població	Casos	Taxa (por 10 ³)	Població	Casos	Taxa (por 10 ³)	Població	Casos	Taxa (por 10 ³)
0-4	1.000	63	63	4.500	90	20	5.500	153	27,82
5-14	3.500	50	14,286	3.500	84	24	7.000	134	19,14
15 o més	5.500	12	2,182	2.000	8	4	7.500	20	2,67
Total	10.000	125	12,5	10.000	182	18,2	20.000	307	15,35

Taxa crua població A

Taxa crua població B

Taxa crua població estàndard

ESTANDARDITZACIÓ DE RAONS D'INCIDÈNCIA I MORTALITAT

➤ Taxes crues vs. taxes estandarditzades

Suposem dos municipis de 10.000 habitants, A i B.

En A es van observar 125 casos de càncer i en B, 182.

Taxes crues: 12,5 (per 1.000 habitants) en **A** i **18,2** (per 1.000 habitants) en **B**.

Taxes estandarditzades (per edat) mètode indirecte: 17,5 (per 1.000 habitants) en **A** i **14,1** (per 1.000 habitants) en **B**.

ESTANDARDITZACIÓ DE RAONS D'INCIDÈNCIA I MORTALITAT

➤ Taxes crues vs. taxes estandarditzades

Altra manera de veure això mateix.

(1) Grups edat	(2) Població estàndard	(3) Taxes específiques
	A+B	
0-4	5.500	$(63+90)/5.500=0,02782$
5-14	7.000	$(50+84)/7.000=0,01914$
15 o més	7.500	$(12+8)/7.500=0,00267$
Total	20.000	

Grups edat	Població		Taxes específiques		Casos esperats	
	A	B			A	B
0-4	1.000	4.500	0,02782	0.02782×1000 0.02782×4500	27,82	125,19
5-14	3.500	3.500	0,01914		66,99	66,99
15 o més	5.500	2.000	0,00267		14,685	5,34
Total	10.000	10.000	100%	Esperats totals	109,495	197,52
Observats totals	125	182				
Estandarditzats	$125/109,495$ =1,1416	$182/197,52$ =0,9214				

ESTANDARDITZACIÓ DE RAONS D'INCIDÈNCIA I MORTALITAT

➤ Taxes crues vs. taxes estandarditzades

Suposem dos municipis de 10.000 habitants, A i B.

Taxes crues: 12,5 (per 1.000 habitants) en **A** i **18,2** (per 1.000 habitants) en **B**.

Taxes estandarditzades (per edat) mètode indirecte: 17,5 (per 1.000 habitants) en **A** i **14,1** (per 1.000 habitants) en **B**.

Taxes estandarditzades (per edat) mètode directe: 23,14 (per 1.000 habitants) en **A** i **15,4** (per 1.000 habitants) en **B**.

ESTANDARDITZACIÓ DE RAONS D'INCIDÈNCIA I MORTALITAT

➤ Taxes crues vs. taxes estandarditzades

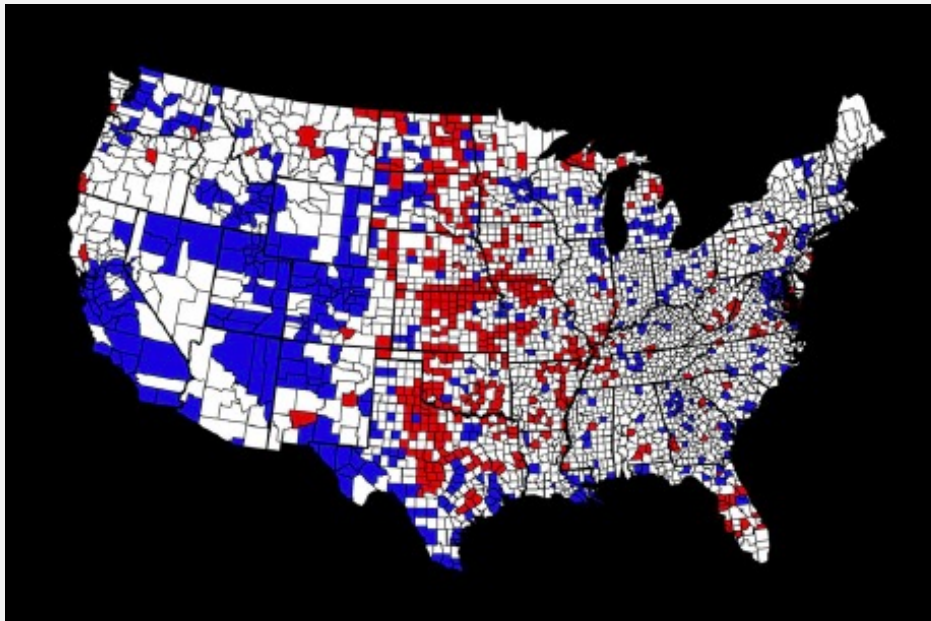


Figure 2
Unadjusted Mortality Rates 1993–1997 Red = High Mortality White = Normal Mortality Blue = Low Mortality

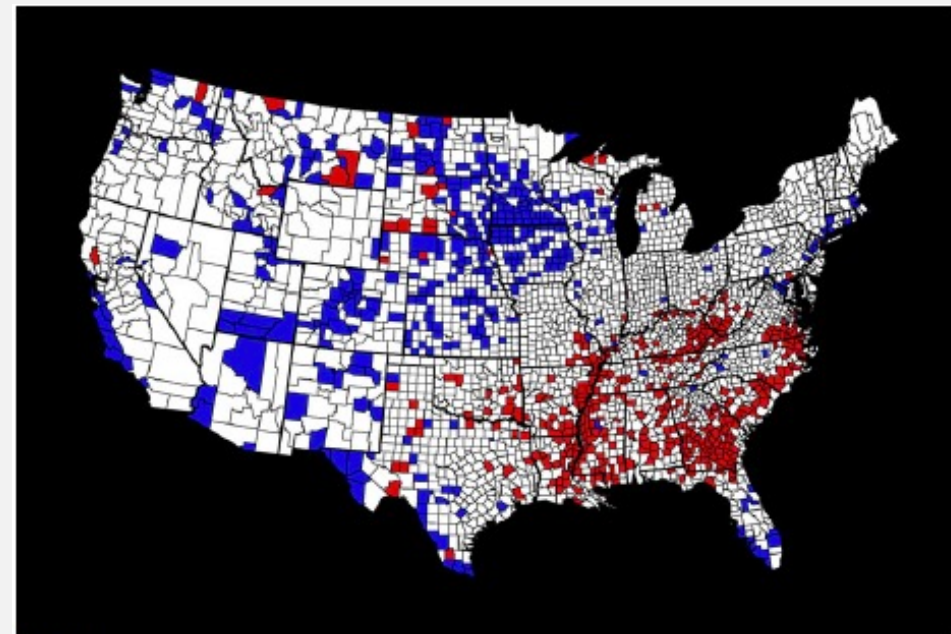


Figure 3
Age Adjusted Mortality Rates 1993–1997 Red = High Mortality White = Normal Mortality Blue = Low Mortality

ESTANDARDITZACIÓ DE RAONS D'INCIDÈNCIA I MORTALITAT

➤ Taxes crues vs. taxes estandarditzades



Figura 3. Tasas crudas por muertes súbitas cardíacas. República mexicana, 2010.



Figura 4. Tasas estandarizadas por muertes súbitas cardíacas. República mexicana, 2010.

ESTANDARDITZACIÓ DE RAONS D'INCIDÈNCIA I MORTALITAT

Así doncs, **s'han d'estandarditzar o ajustar les taxes.**

Hemos vist un tipus de estandardització (estandardització indirecta), però existeixen **dos mètodes d'estandardització:**

- **Estandardització directa:** els casos esperats es calculen a partir de l'estructura d'edat i sexe de la població de referència.
- **Estandardització indirecta:** els casos esperats es calculen a partir de les taxes específiques de malaltia de la població de referència.

ESTANDARDITZACIÓ DE RAONS D'INCIDÈNCIA I MORTALITAT

➤ Taxes estandarditzades per edat pel mètode directe

$$Taxa\ estandarditzada_A = \frac{63 \times 2.500 + 14,286 \times 7.000 + 2,182 \times 7.500}{20.000} = \frac{462.867}{20.000} = 23,14$$

	Població A			Població B			Població estàndard		
Grups edat	Població	Casos	Taxa (por 10 ³)	Població	Casos	Taxa (por 10 ³)	Població	Casos	Taxa (por 10 ³)
0-4	1.000	63	63	4.500	90	20	5.500	153	27,82
5-14	3.500	50	14,286	3.500	84	24	7.000	134	19,14
15 o més	5.500	12	2,182	2.000	8	4	7.500	20	2,67
Total	10.000	125	12,5	10.000	182	18,2	20.000	307	15,35

Taxa crua població A

Taxa crua població B

Taxa crua població estàndard

ESTANDARDITZACIÓ DE RAONS D'INCIDÈNCIA I MORTALITAT

➤ Taxes estandarditzades per edat pel mètode directe

$$Taxa\ estandarditzada_B = \frac{20 \times 5.500 + 24 \times 7.000 + 4 \times 7.500}{20.000} = \frac{308.867}{20.000} = 15,4$$

	Població A			Població B			Població estàndard		
Grups edat	Població	Casos	Taxa (por 10 ³)	Població	Casos	Taxa (por 10 ³)	Població	Casos	Taxa (por 10 ³)
0-4	1.000	63	63	4.500	90	20	5.500	153	27,82
5-14	3.500	50	14,286	3.500	84	24	7.000	134	19,14
15 o més	5.500	12	2,182	2.000	8	4	7.500	20	2,67
Total	10.000	125	12,5	10.000	182	18,2	20.000	307	15,35

Taxa crua població A

Taxa crua població B

Taxa crua població estàndard

ESTANDARDITZACIÓ DE RAONS D'INCIDÈNCIA I MORTALITAT

Dades: habitualment disposem de dades per a una regió d'interès/àrea de referència, a nivell geogràfic i per a un període de temps determinat. Per exemple, Catalunya, nivell de secció censal, període 2011-2020

- O_i : nombre de casos observats en l'àrea i
- E_i : nombre de casos esperats en l'àrea i , basats en la grandària de la població, ajustats per edat, sexe, altres estrats, ...
- n_i : població a risc en l'àrea i

Paràmetre d'interès: Risc relatiu λ_i en cada àrea comparat amb l'àrea de referència escollida

ESTANDARDITZACIÓ DE RAONS D'INCIDÈNCIA I MORTALITAT

- Calcularem el nombre de casos esperats si la població té la mateixa taxa de mortalitat/incidència estrat específica que en l'àrea de referència
- Ajustarem (estratificarem) per: edat, sexe, ...
- Estandardització indirecta:

$$E_i = \sum_j n_{ij} r_j$$

on r_{ij} és la taxa de malaltia per l'estrat j en la població de referència i n_{ij} és la població a risc en l'àrea i , estrat j (si és compara internament: $\sum_{i=1}^N O_i = \sum_{i=1}^N E_i$)

ESTANDARDITZACIÓ DE RAONS D'INCIDÈNCIA I MORTALITAT

Altres exemples: Incidència de càncer de pulmó en homes, per a totes les edats, usant les taxes a Anglaterra i Gal·les com a referència, per al període 1985-2009

Strata	Reference area=EW			Ward A		
Age group	Population	Observed	Age-specific rate per 100,000 males	Population	Observed	Expected
	n_j	O_j	$r_j = \frac{O_j}{n_j}$	n_{ij}	O_{ij}	$E_{ij} = \frac{n_{ij} * r_j}{100000}$
0—4	41,400,692	15	0.04	11,438	0	0.00
5—9	41,143,722	6	0.01	9,697	0	0.00
10—14	41,469,696	9	0.02	9,026	0	0.00
15—19	43,087,823	39	0.09	8,650	0	0.01
20—24	45,441,353	79	0.17	12,409	0	0.02
25—29	46,873,725	172	0.37	16,963	0	0.06
30—34	46,927,658	518	1.10	17,303	0	0.19
35—39	46,936,367	1,465	3.12	13,847	0	0.43
40—44	45,304,711	4,136	9.13	11,843	1	1.08
45—49	41,657,557	9,835	23.61	9,457	5	2.23
50—54	38,451,416	20,929	54.43	8,561	3	4.66
55—59	35,842,426	40,427	112.79	7,613	8	8.59
60—64	32,480,032	68,230	210.07	6,968	5	14.64
65—69	28,231,499	95,794	339.32	6,290	15	21.34
70—74	23,315,240	110,371	473.39	5,098	27	24.13
75—79	17,297,264	102,038	589.91	4,049	22	23.89
80—84	10,498,214	68,273	650.33	2,616	20	17.01
85+	6,289,452	38,748	616.08	1,312	12	8.08
TOTAL	632,648,846	561,084		163,140	118	126.38

$$SIR_A = \frac{118}{126.38} = 0.93$$

ESTANDARDITZACIÓ DE RAONS D'INCIDÈNCIA I MORTALITAT

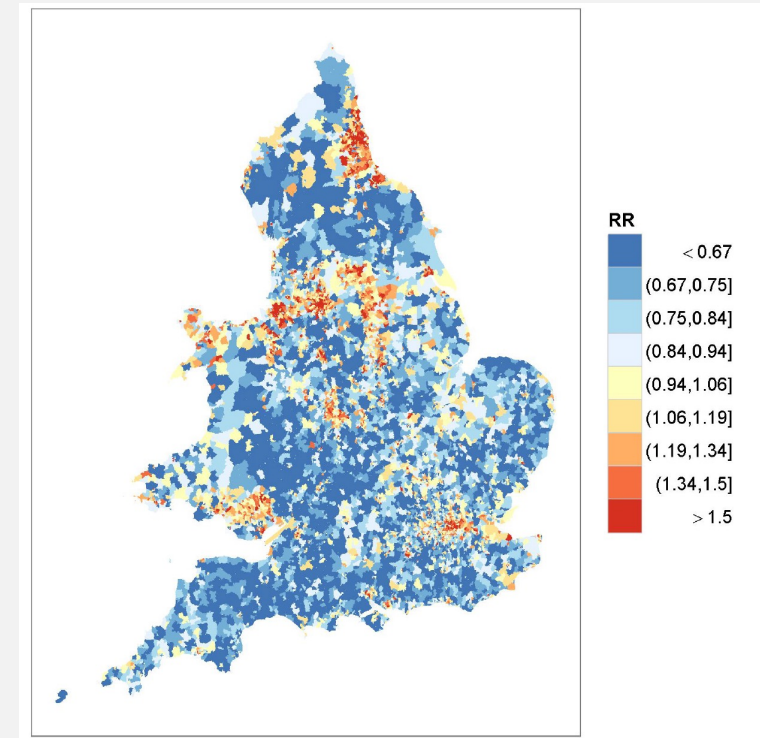
Interpretació:

$$SIR_A = \frac{118}{126.38} = 0.93$$

- Tenim menys casos incidents de càncer de pulmó en homes en l'àrea de salut A que els que s'esperaria (un 7% menys) en aquesta àrea després d'ajustar per grups d'edat.

ESTANDARDITZACIÓ DE RAONS D'INCIDÈNCIA I MORTALITAT

- Raó d'incidència estandarditzada ($RIE=O/E$) de càncer de pulmó en homes a Anglaterra i Gal·les (1985-2009) a nivell de comtats (counties)



ESTANDARDITZACIÓ DE RAONS D'INCIDÈNCIA I MORTALITAT

- La pràctica comú consisteix a **representar** en un mapa las **RME (o RIE)**:
 - **en el cas de malalties rares i/o àrees petites, les RME (o RIE) són molt imprecises** perquè la variància és proporcional al quadrat del denominador (és a dir, és proporcional al nombre de casos esperats al quadrat)
 - la variància associada a les àrees que tinguin casos esperats petits serà molt alta

ESTANDARDITZACIÓ DE RAONS D'INCIDÈNCIA I MORTALITAT

- Les **RME (o RIE) s'estimen independentment** en cada àrea
- Les RME (o RIE) no fan ús de les estimacions del risc en altres àrees del mapa, tot i que és probable que siguin similars. És a dir, ***no tenen en compte la molt probable dependència espacial***

ESTANDARDITZACIÓ DE RAONS D'INCIDÈNCIA I MORTALITAT

- Les taxes estandarditzades (**RME** o **RIE**) són molt inestables

Observat = 100	Observat = 2
Esperat = 80	Esperat = 1,6
RIE = 1,25	RIE = 1,25
Observat = 101	Observat = 3
Esperat = 80	Esperat = 1,6
RIE = 1,26 (1% més)	RIE = 1,88 (50% més)

ESTANDARDITZACIÓ DE RAONS D'INCIDÈNCIA I MORTALITAT

- Recordem que el nostre **paràmetre d'interès** és el risc relatiu λ_i en cada àrea comparat amb l'àrea de referència escollida.
- En lloc de calcular el paràmetre d'interès (com hem fet anteriorment), el que se sol fer és **estimar** aquest mitjançant una regressió.
- **Per estimar aquest paràmetre**, el més habitual seria utilitzar una **regressió de Poisson** on la variable resposta és el numerador del risc relatiu, és a dir, els casos observats (variable discreta o de recompte) i els casos esperats s'introdueixen com offset.

ESTANDARDITZACIÓ DE RAONS D'INCIDÈNCIA I MORTALITAT

- **Model estadístic** estàndard quan tenim **malalties rares i/o àrees petites**:

$$O_i \sim \text{Poisson}(\lambda_i E_i)$$

on E_i és el nombre de casos esperats en l'àrea i

- **Paràmetre d'interès**: el risc relatiu λ_i que s'estima habitualment mitjançant raons de mortalitat estandarditzades (RME) i/o raons d'incidència estandarditzades (RIE):

$$\hat{\lambda}_i = SMR_i \text{ o } SIR_i = \frac{O_i}{E_i} \quad \text{i} \quad \text{Var}(\hat{\lambda}_i) = \frac{\lambda_i}{E_i} \rightarrow \widehat{\text{Var}}(\hat{\lambda}_i) = \frac{O_i}{E_i^2}$$

Recordem: $X \sim \text{Poisson}(\mu) \leftrightarrow E(X) = \text{Var}(X) = \mu$

ESTANDARDITZACIÓ DE RAONS D'INCIDÈNCIA I MORTALITAT

- En el cas de **malalties més comunes** sol utilitzar-se el **model Binomial** :

$$O_i \sim \text{Binomial}(p_i, N_i)$$

on N_i = població a risc i p_i = probabilitat de malaltia

- $\text{logit}(p_i) = \alpha + V_i$
- **Paràmetre d'interès:**

$$\text{odds ratio} = OR_i = \exp(\alpha + V_i)$$



“Data don’t make any sense,
we will have to resort to statistics.”