



# Modelando la obesidad y la diabetes mellitus tipo 2 como sistema complejo adaptativo

---

Chris Stephens, C3 y ICN, UNAM  
FES Iztacala, UNAM  
25 de noviembre 2014



# ¿Quiénes somos?

- \* Grupo de trabajo en diabetes mellitus tipo 2 - Programa de Complejidad y Salud Pública del C3 - Centro de Ciencias de la Complejidad de la UNAM
- 

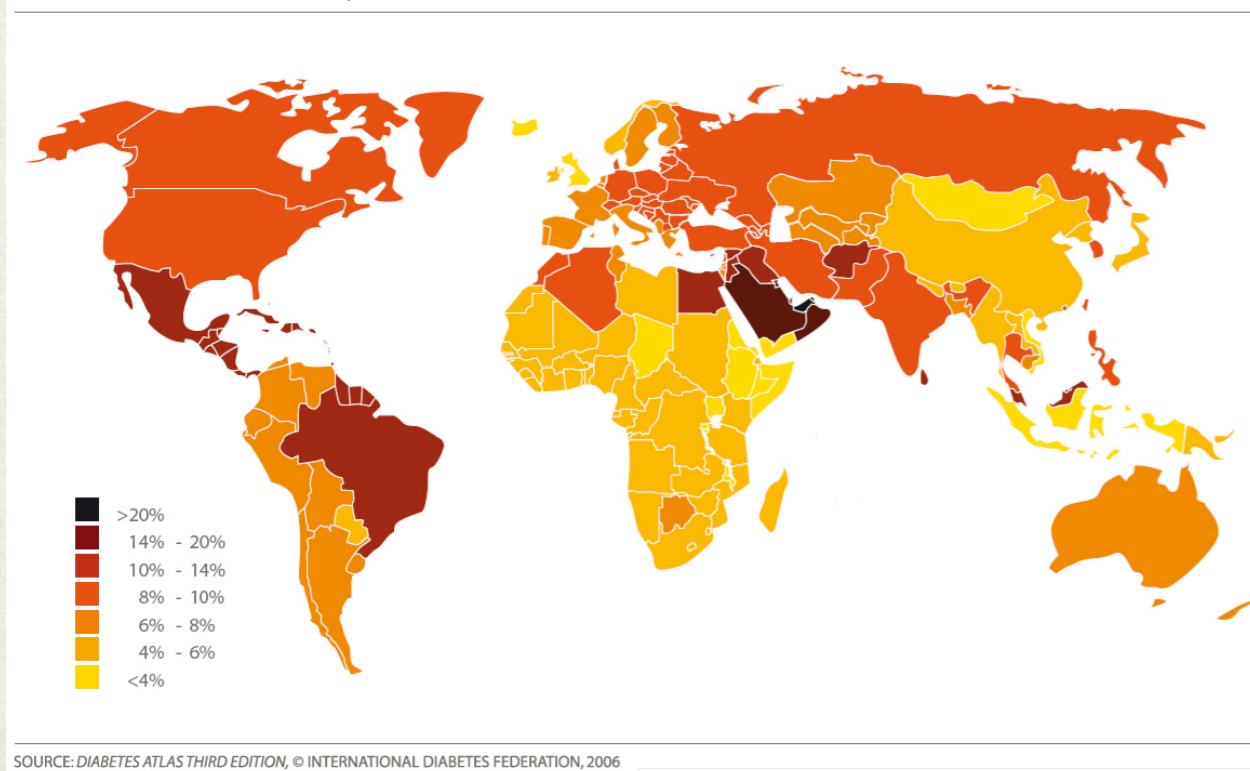
- \* Chris Stephens, C3 y ICN-UNAM
- \* Marcia Hiriart, IFC-UNAM
- \* Samuel Canizales, FQ-UNAM
- \* Hugo Flores, C3 y IIMAS-UNAM
- \* Juan Arturo Herrera, Microsoft
- \* Jonathan Easton, University of Northumbria
- \* Carlos Gershenson, C3 y IIMAS-UNAM
- \* Gaby Arauz, IIMAS-UNAM
- \* Eduardo Garcia - INNSZ
- \* Martha Kaufer - INNSZ



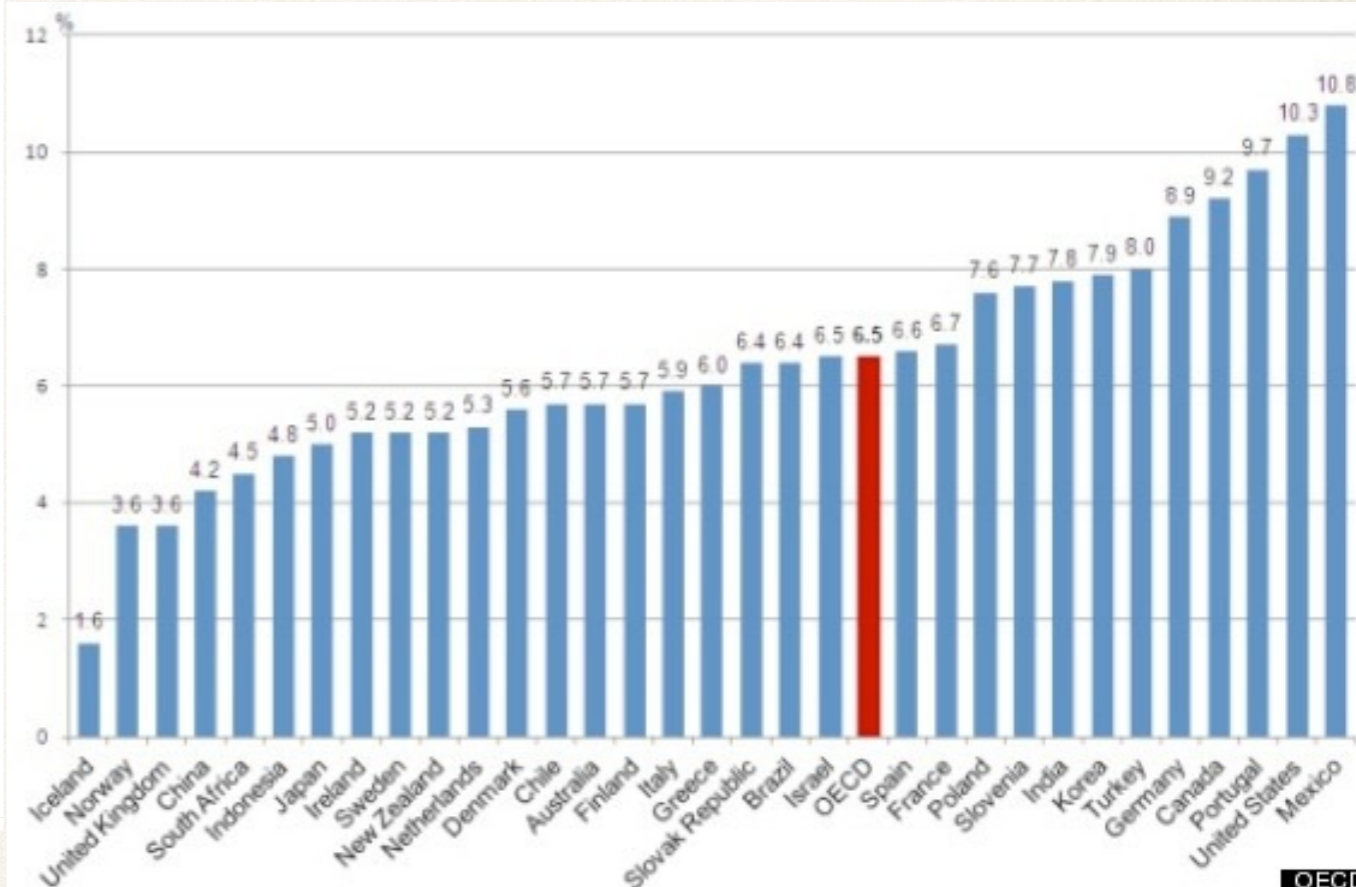


# La importancia de la diabetes mellitus tipo 2

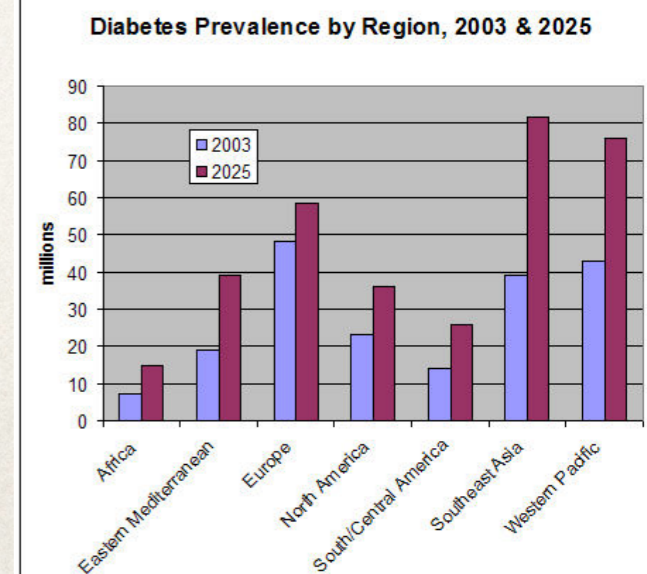
Prevalence estimates of diabetes, 2025



SOURCE: DIABETES ATLAS THIRD EDITION, © INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2006

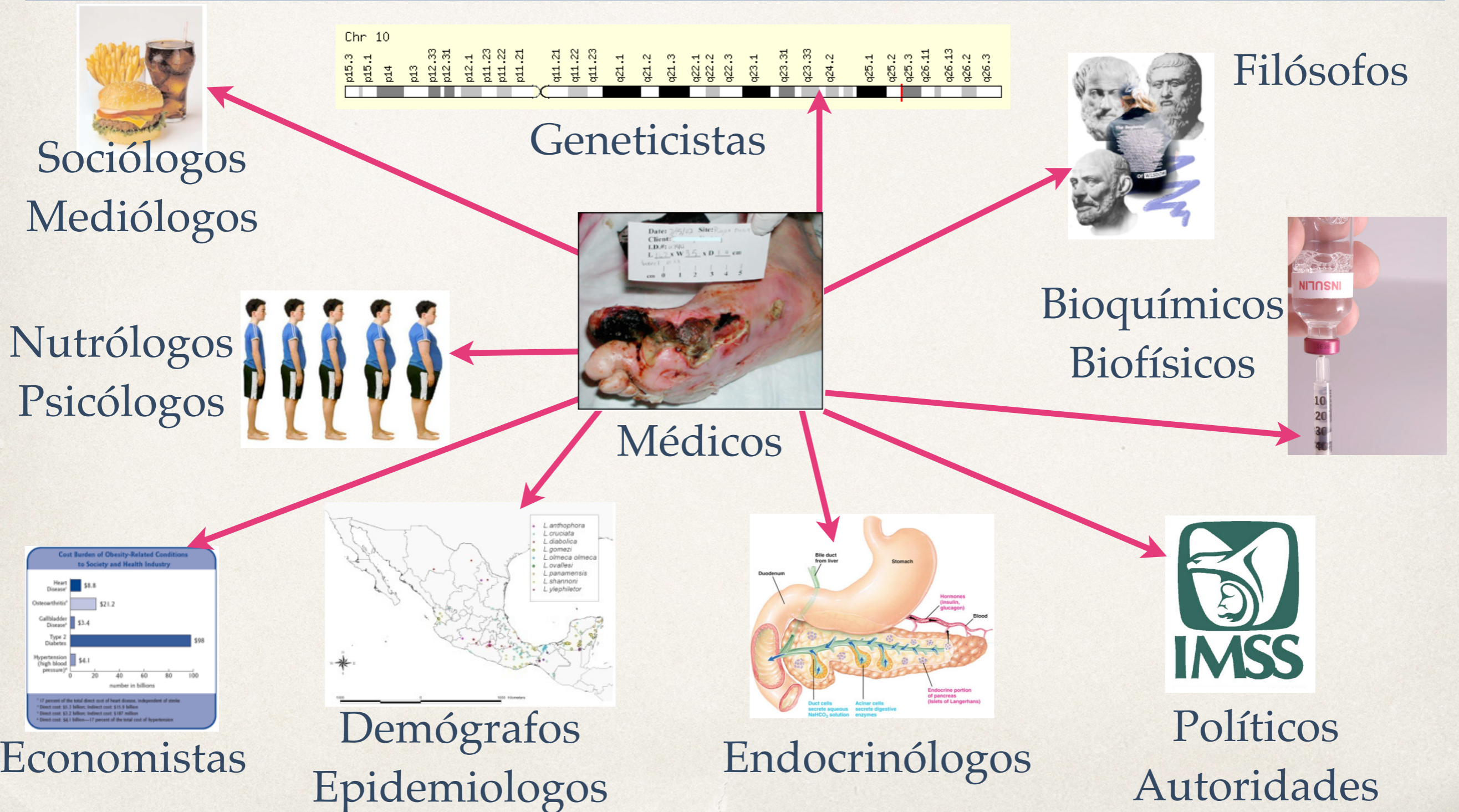


- ❖ Diabetes es una enfermedad donde el riesgo aumenta como función de tiempo dependiente del estilo de vida
- ❖ Un factor que es muy importante es la nutrición
- ❖ Costo en México \$200 mil millones por año, en EU, \$2 millones millones



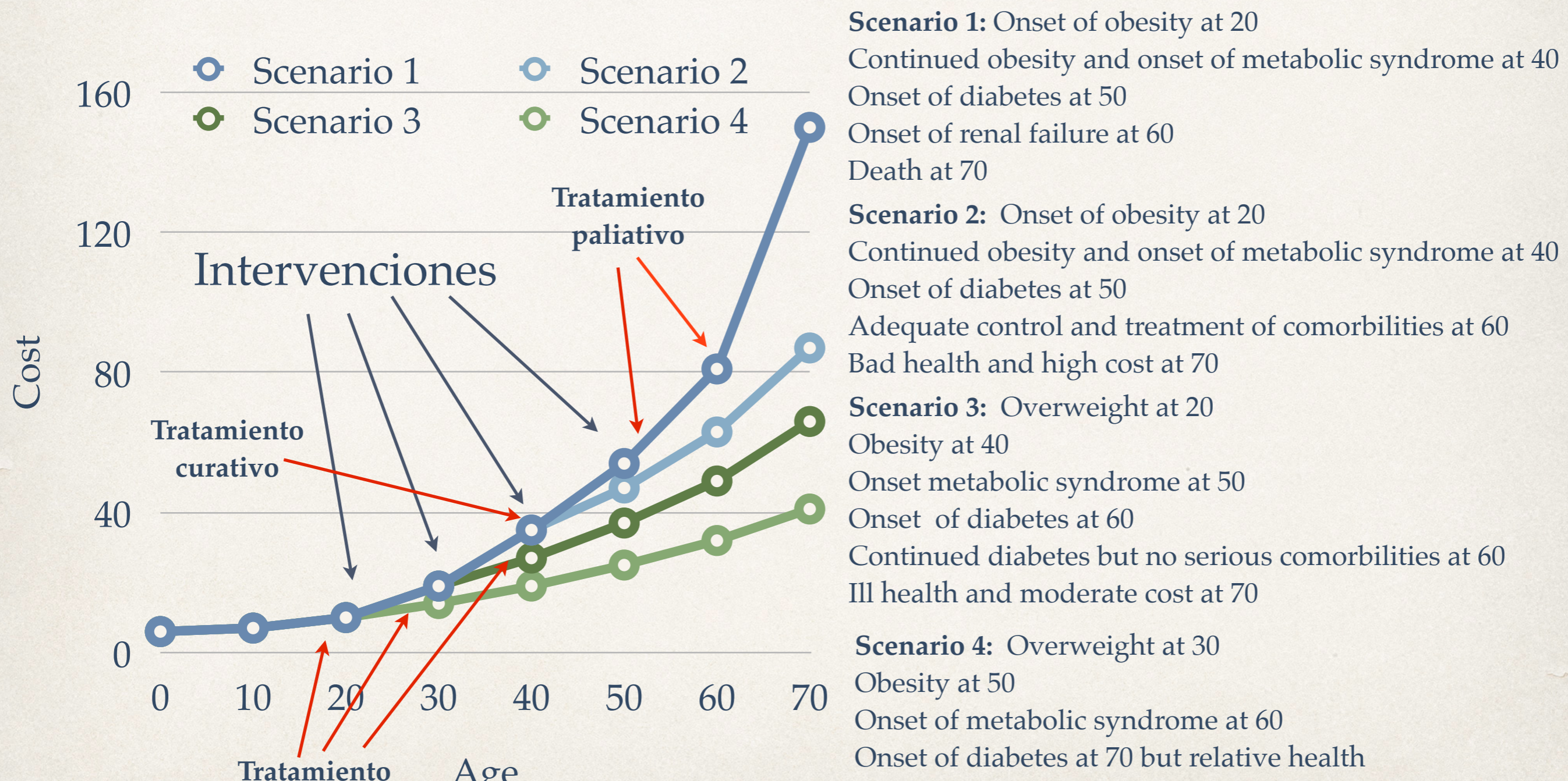


# La diabetes y Obesidad son complejas





# Obesidad y diabetes: su prevención y tratamiento son dinámicos y adaptativos

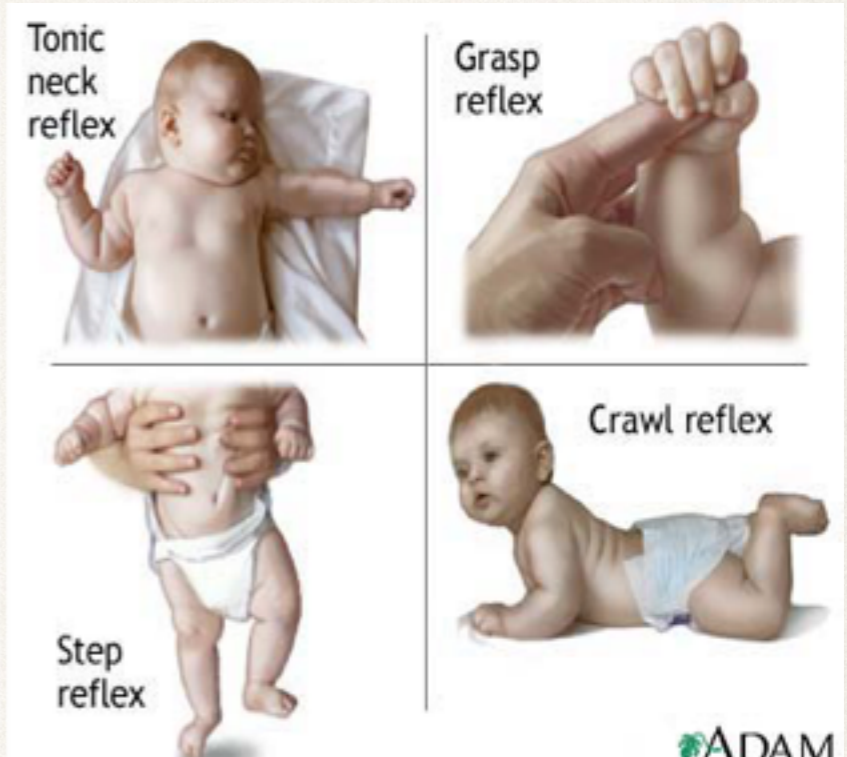


Queremos predecir y entender "historias"

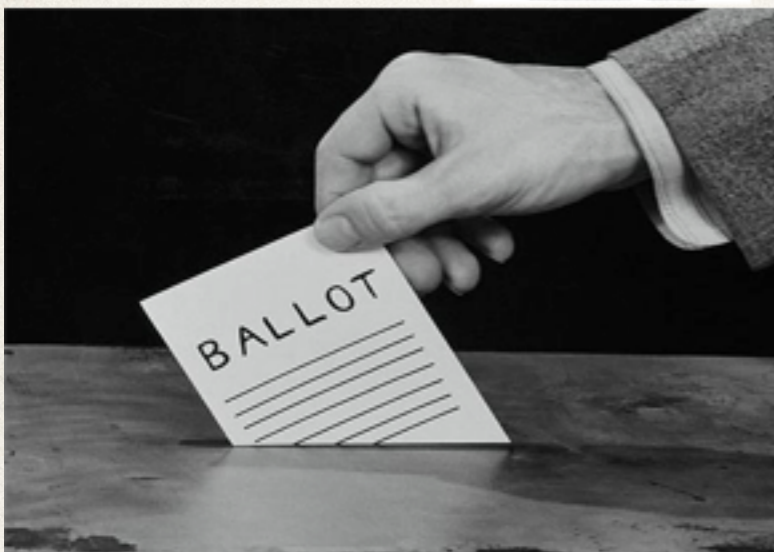


# Obesidad y diabetes están asociadas con la toma de decisiones

Unicamente SCAs toman decisiones



Algunas decisiones humanas; ¿Cuáles son buenas y cuáles malas?





# ENSANUT 2005



INSTITUTO NACIONAL DE SALUD PÚBLICA  
ENCUESTA NACIONAL DE SALUD Y NUTRICIÓN 2005  
DIETA-FRECUENCIA DE CONSUMO- ADULTO (> 12 AÑOS)

En los últimos 7 días

LEA TODOS LOS ALIMENTOS		FRECUENCIA DE CONSUMO								Tamaño de Porción (*)	Número de Porciones		
		DÍAS DE LA SEMANA a) ¿Cuántos días comió (tomó) usted?					VECES AL DÍA b) ¿Cuántas veces al día comió (tomó) ?						
ALIMENTO	PORCIÓN	Nunca	1	2-4	5-6	7	1	2-3	4-5	6			
		(01)	(02)	(03)	(04)	(05)	(06)	(07)	(08)	(09)			
<b>1. PRODUCTOS LÁCTEOS</b>													
1.1	Leche Liconsá	1 vaso (240 ml)	01	02	03	04	05	06	07	08	09	[ ]	[ ]
1.2	Otra Leche (especifique la marca)												
	a _____	1 vaso (240 ml)	01	02	03	04	05	06	07	08	09	[ ]	[ ]
	b _____	1 vaso (240 ml)	01	02	03	04	05	06	07	08	09	[ ]	[ ]
	c _____	1 vaso (240 ml)	01	02	03	04	05	06	07	08	09	[ ]	[ ]
1.3	Leche preparada de sabor (chocolate u otro sabor)	1 vaso (240 ml)	01	02	03	04	05	06	07	08	09	[ ]	[ ]
1.4	Agregado a la leche												
	a) Azúcar	1 cucharada cafetera copeteada (10g)	01	02	03	04	05	06	07	08	09		[ ]
	b) Chocolate u otro saborizante	1 cucharada cafetera copeteada (10g)	01	02	03	04	05	06	07	08	09		[ ]
1.5	Queso	1 rebanada (40 g)	01	02	03	04	05	06	07	08	09		[ ]
1.6	Yogurt	1 vaso típico de yogurt (150g)	01	02	03	04	05	06	07	08	09		[ ]
1.7	Danonino o similar	1 envase (45g)	01	02	03	04	05	06	07	08	09		[ ]
1.8	Yakult o similares	1 envase (80ml)	01	02	03	04	05	06	07	08	09		[ ]

There are 230 attributes in the nutrition table alone. Highly multifactorial!

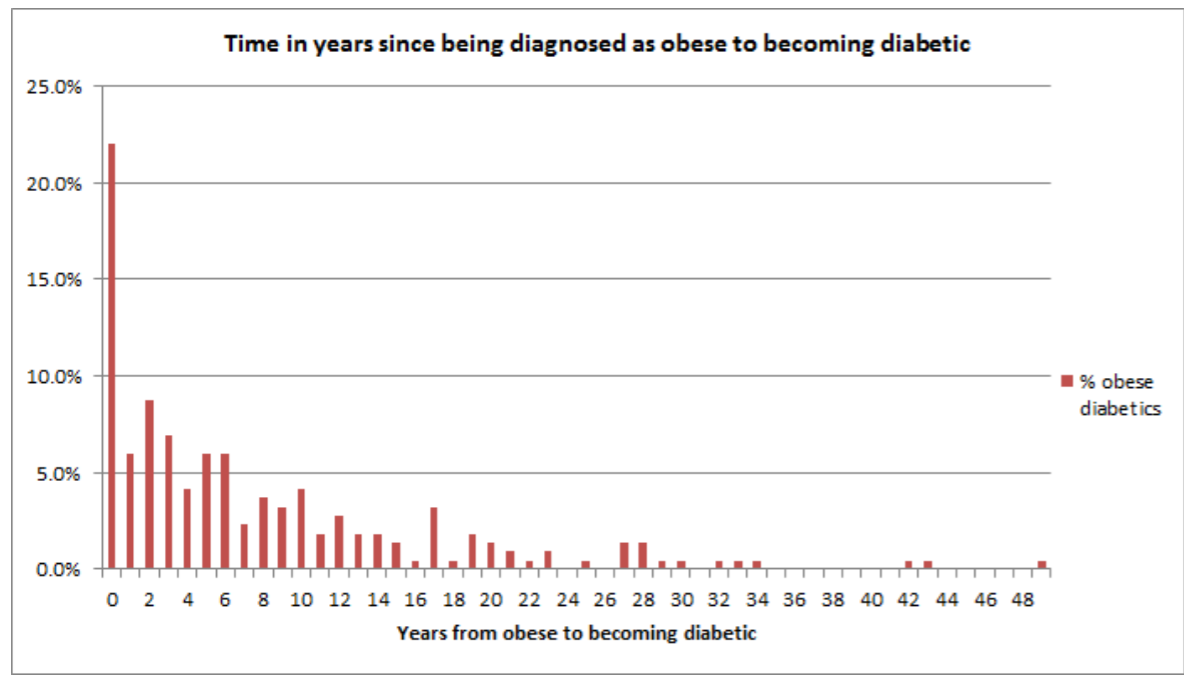
Four health states (classes) as diagnosed by health professionals: Non-obese / non-diabetic, obese / non-diabetic, non-obese / diabetic, obese / diabetic

2.3 ¿Alguna vez le ha dicho un médico/dietista/nutriólogo que tiene o tuvo obesidad?	Sí.....1 No.....2 No sabe.....9	[ ] PASE A P. 2.6
2.4 ¿Qué edad tenía cuando le diagnosticaron obesidad?	No responde..... 88 No sabe ..... 99	[ ] Años cumplidos
2.5 ¿Siguió algún tratamiento para controlar su peso?	Sí.....1 No.....2 No sabe.....9	[ ]
2.6 Durante el último año, ¿ha perdido o ganado peso?	Sí Ganó peso .....1 Perdió peso .....2 No ha experimentado cambios en su peso.....3 Ganó o perdió peso porque está embarazada...4 No responde.....8 No sabe.....9	[ ] PASE A P. 3.1
2.7 ¿Cuántos kilos fueron los que ganó (o perdió)?	Ganó peso → PASE A P. 3.1	[ ] Kilos



# Obesidad como una enfermedad...

## “No diagnosticada” y “incurable”



### No diagnosticada

22% de obesos diagnosticados no se enteraron de su obesidad hasta estar diagnosticados como diabéticos. 55% eran diagnosticados con obesidad dentro de 5 años antes de ser diagnosticados con diabetes.

28% de los “sanos” son obesos y otros 40% tienen sobrepeso

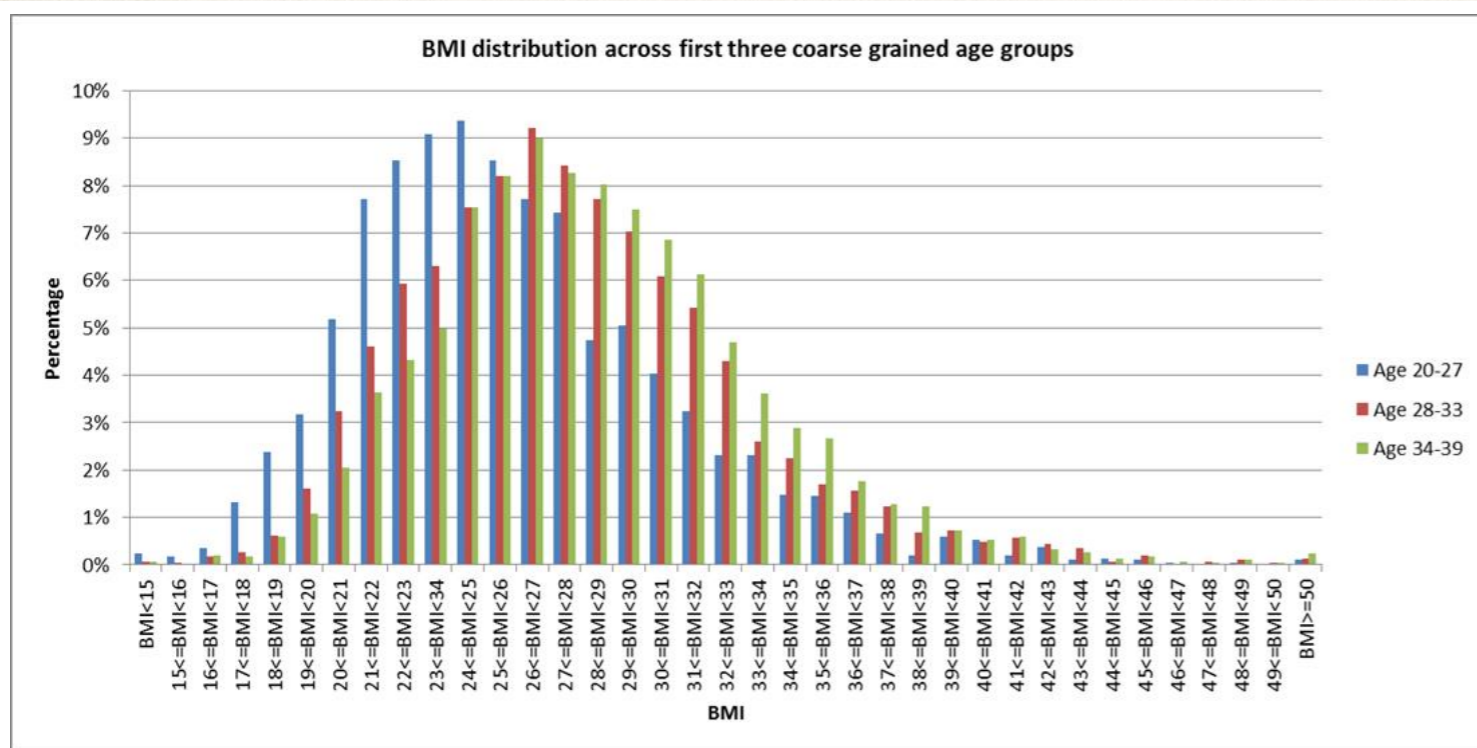
### Incurable

68% de las personas diagnosticadas como obesas siguen obesas. 26% tienen sobrepeso y únicamente 5% logran llegar a un peso normal

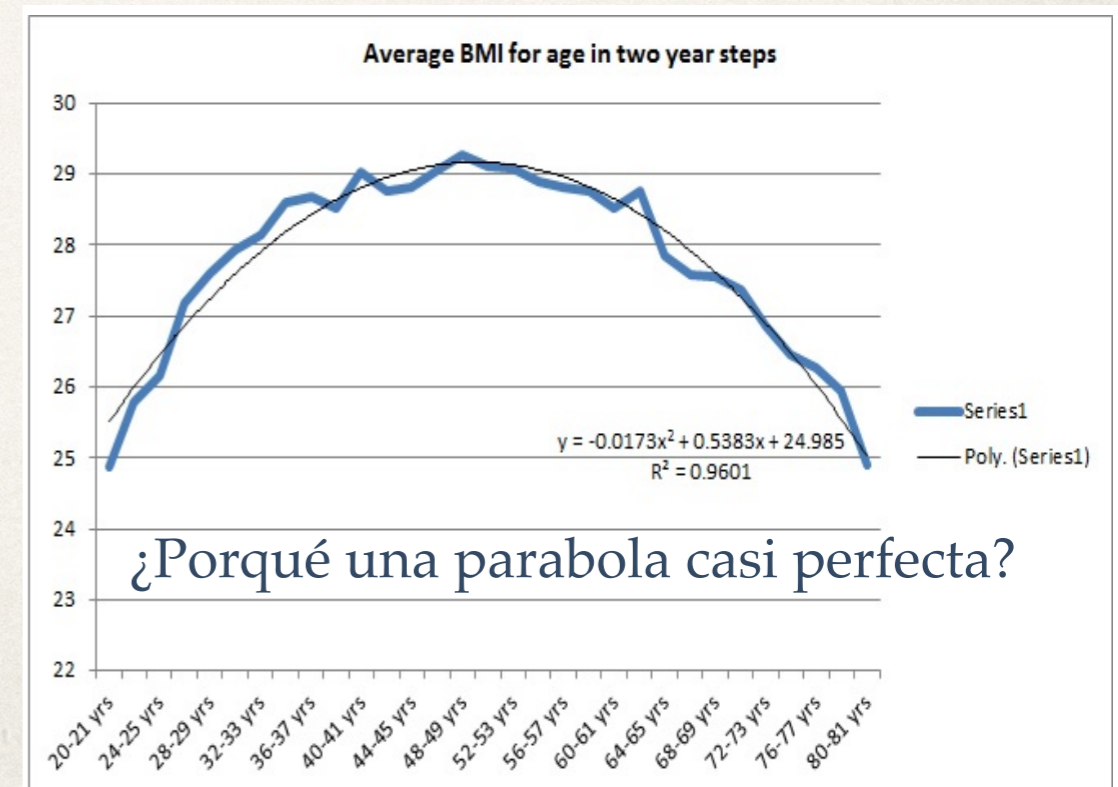
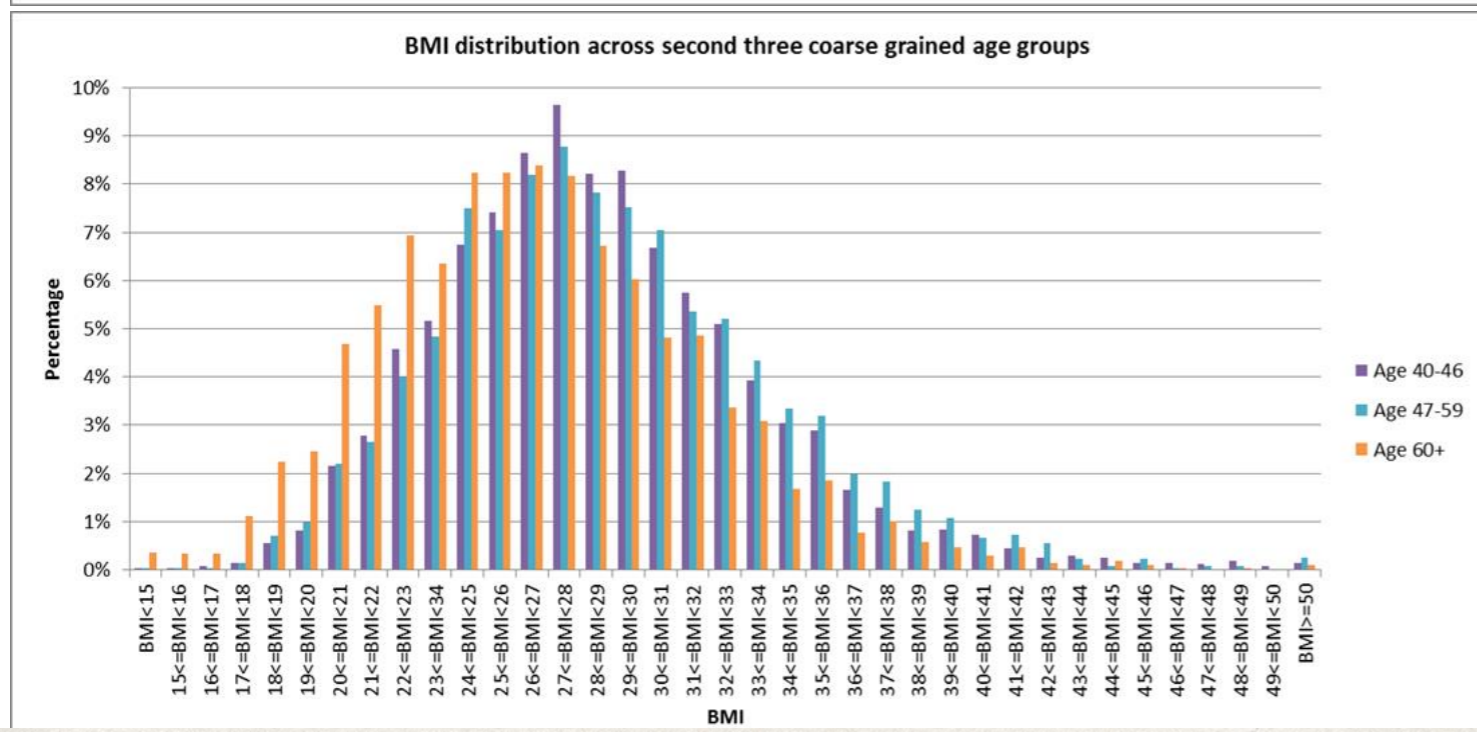
Diagnosis	Healthy			Obese			Diabetic			Obese Diabetic			Total
	#	% Diagnosis	% BMI	#	% Diagnosis	% BMI	#	% Diagnosis	% BMI	#	% Diagnosis	% BMI	
<b>BMI</b>													
BMI<25	4596	31.71%	92.74%	59	5.46%	1.19%	288	21.70%	5.81%	13	4.64%	0.26%	4956
25<BMI<30	5832	40.23%	86.02%	284	26.27%	4.19%	588	44.31%	8.67%	76	27.14%	1.12%	6780
BMI>30	4067	28.06%	74.66%	738	68.27%	13.55%	451	33.99%	8.28%	191	68.21%	3.51%	5447
<b>Total</b>	14495			1081			1327			280			17183



# Estas más en riesgo de contagiarse como joven



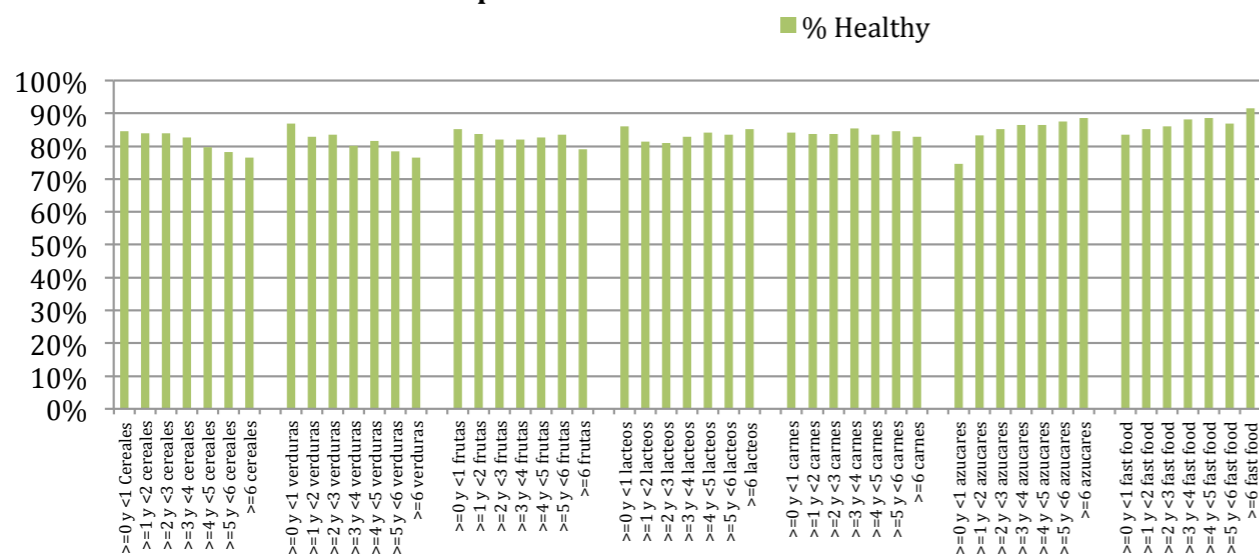
Hay una ola de obesidad que llega a su cima a 50 años. Entre 20-27 y 28-33 el % de personas de peso normal pasa de 47% hasta 29% y el % de obesos de 17% hasta 25%. El % de normal es 24% para el grupo de 34-39 y 33% de obesos



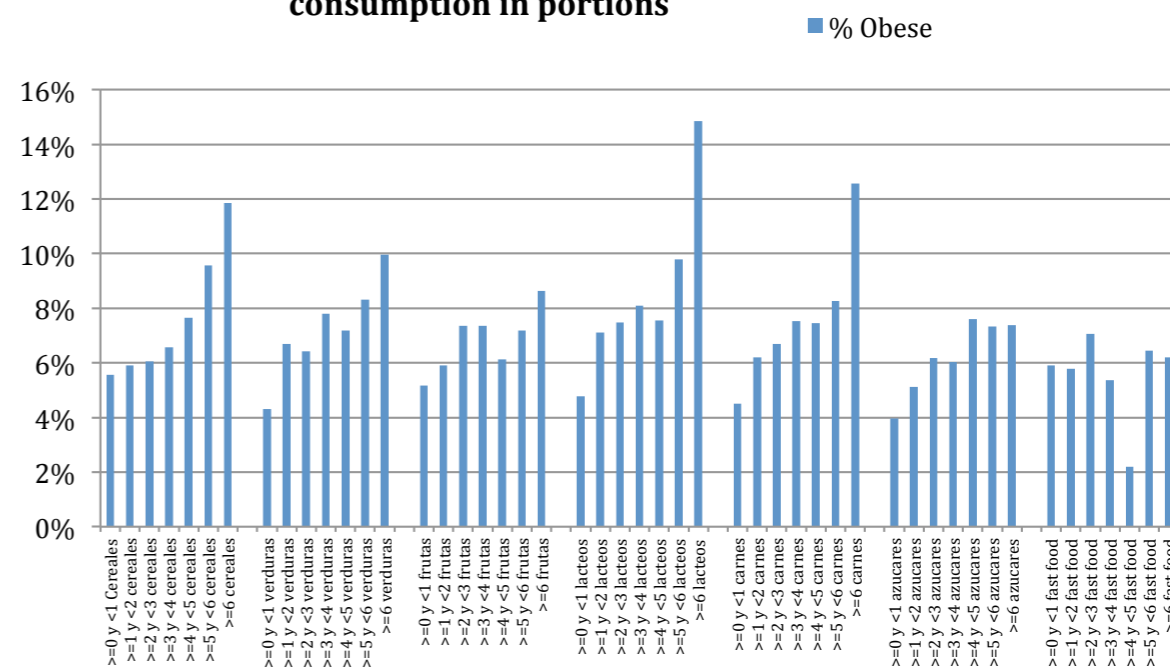


# The association between nutrition and health state: you are what you eat: Quantity versus quality

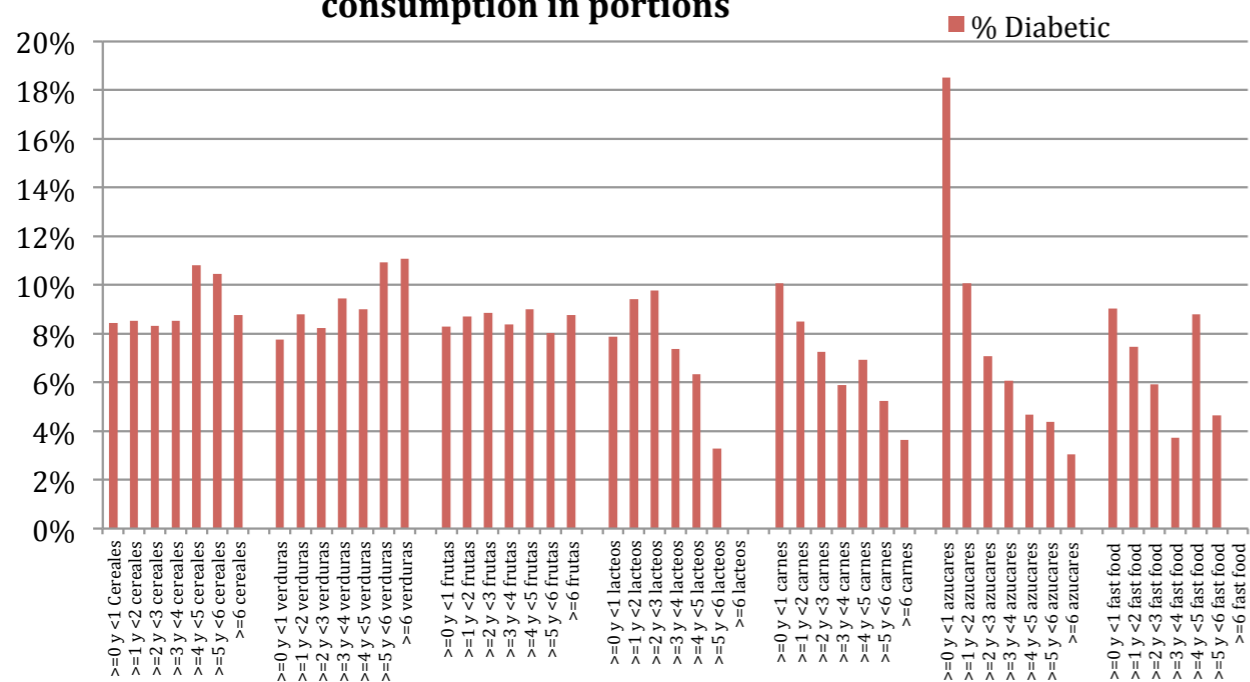
**% Healthy adults according to food type and average daily consumption in portions**



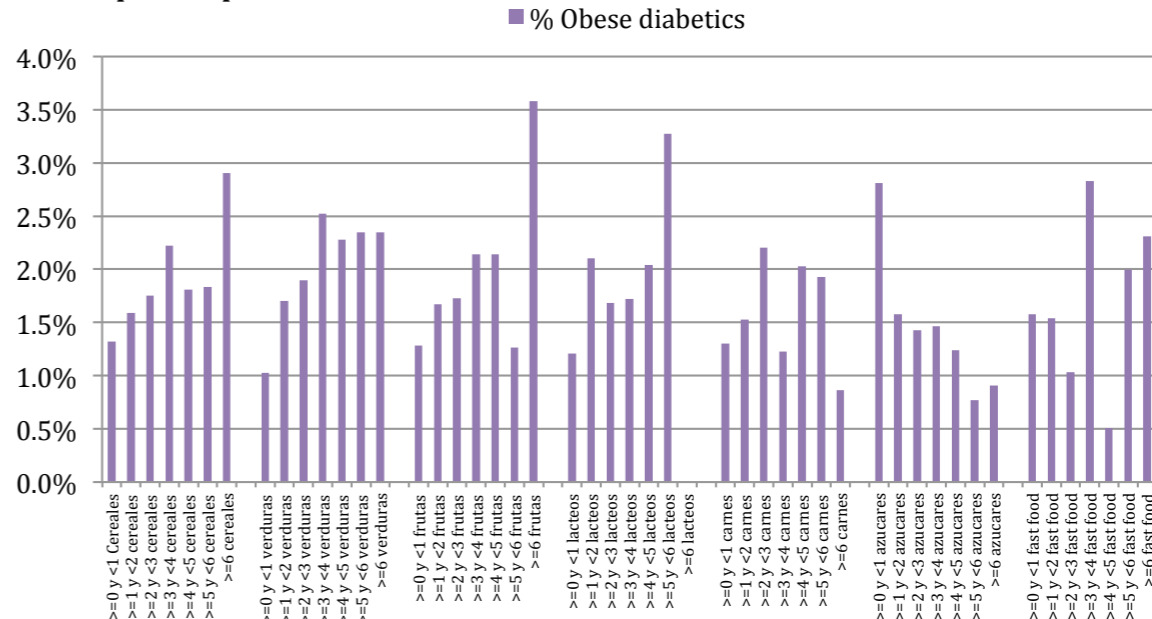
**Incidence of obesity according to food type and average daily consumption in portions**



**Incidence of diabetes according to food type and average daily consumption in portions**



**Incidence of obesity with diabetes according to food type and average daily consumption in portions**





# Single variable classifiers

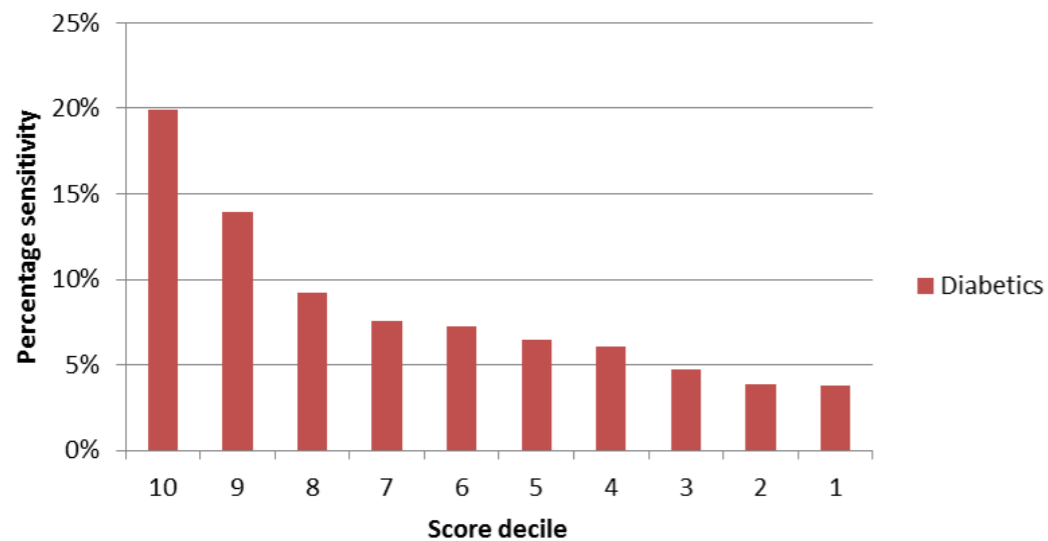
Variable	Response	Epsilon				Score													
		No Diabetes		Diabetes		No Diabetes		Diabetes											
		NoObeso	Obeso	NoObeso	Obeso	No Obese	Obese	No Obese	Obese										
cereales	>=0 y <1 porciones	1.55	-1.32	-0.16	-1.58	0.05	-0.07	-0.01	-0.17	carnes	>=0 y <1 porciones	0.48	-4.56	4.16	-1.36	0.02	-0.26	0.18	-0.14
cereales	>=1 y <2 porciones	-0.40	-0.22	0.62	0.26	-0.01	-0.01	0.03	0.02	carnes	>=1 y <2 porciones	-0.33	0.62	0.23	-0.72	-0.01	0.03	0.01	-0.08
cereales	>=2 y <3 porciones	0.34	0.30	-1.01	0.59	0.02	0.02	-0.07	0.08	carnes	>=2 y <3 porciones	-0.69	1.89	-2.15	2.85	-0.03	0.13	-0.15	0.33
cereales	>=3 y <4 porciones	-1.43	1.34	-0.07	1.66	-0.12	0.17	-0.01	0.36	carnes	>=3 y <4 porciones	0.60	2.69	-3.00	-0.59	0.04	0.26	-0.34	-0.13
cereales	>=4 y <5 porciones	-2.18	1.30	1.47	0.67	-0.32	0.28	0.29	0.27	carnes	>=4 y <5 porciones	-0.12	1.85	-1.98	0.93	-0.01	0.27	-0.35	0.26
cereales	>=5 y <6 porciones	-2.19	2.22	0.77	0.40	-0.53	0.70	0.27	0.29	carnes	>=5 y <6 porciones	0.59	0.79	-1.73	0.43	0.11	0.19	-0.51	0.19
cereales	>=6 porciones	-1.17	2.88	-1.44	0.86	-0.35	0.95	-1.00	0.61	carnes	>=6 porciones	-0.14	3.17	-2.39	-0.67	-0.03	0.69	-0.95	-0.47
verduras	>=0 y <1 porciones	7.24	-6.05	-2.39	-4.12	0.24	-0.32	-0.10	-0.44	azucares	>=0 y <1 porciones	-12.36	-3.93	18.05	5.11	-0.57	-0.39	0.93	0.60
verduras	>=1 y <2 porciones	-2.06	2.06	0.32	1.27	-0.09	0.13	0.02	0.15	azucares	>=1 y <2 porciones	-0.93	-2.25	3.18	0.30	-0.04	-0.15	0.17	0.04
verduras	>=2 y <3 porciones	-1.01	1.24	-0.10	0.71	-0.06	0.10	-0.01	0.11	azucares	>=2 y <3 porciones	1.79	0.70	-2.71	-0.79	0.08	0.04	-0.17	-0.10
verduras	>=3 y <4 porciones	-4.00	2.52	1.74	2.99	-0.27	0.25	0.16	0.49	azucares	>=3 y <4 porciones	3.20	0.24	-4.29	-0.65	0.18	0.02	-0.35	-0.10
verduras	>=4 y <5 porciones	-1.39	1.17	0.02	1.71	-0.12	0.15	0.00	0.37	azucares	>=4 y <5 porciones	2.30	2.83	-5.38	-0.74	0.15	0.24	-0.59	-0.14
verduras	>=5 y <6 porciones	-3.36	1.97	2.10	1.43	-0.35	0.31	0.30	0.40	azucares	>=5 y <6 porciones	3.04	2.22	-5.19	-2.09	0.27	0.24	-0.79	-0.65
verduras	>=6 porciones	-6.55	5.77	2.74	1.94	-0.49	0.58	0.29	0.40	azucares	>=6 porciones	4.65	2.16	-7.32	-2.13	0.37	0.21	-1.08	-0.54
frutas	>=0 y <1 porciones	2.87	-2.68	-0.38	-2.28	0.09	-0.12	-0.02	-0.21	fastfood	>=0 y <1 porciones	-1.66	0.14	1.94	0.40	-0.04	0.00	0.06	0.03
frutas	>=1 y <2 porciones	-0.32	-0.34	0.23	1.09	-0.01	-0.02	0.01	0.12	fastfood	>=1 y <2 porciones	1.49	-0.37	-1.53	-0.35	0.08	-0.03	-0.11	-0.05
frutas	>=2 y <3 porciones	-2.83	3.08	0.47	1.21	-0.15	0.23	0.04	0.18	fastfood	>=2 y <3 porciones	1.39	1.44	-2.56	-1.38	0.13	0.18	-0.37	-0.44
frutas	>=3 y <4 porciones	-0.98	1.77	-0.50	0.46	-0.08	0.20	-0.06	0.10	fastfood	>=3 y <4 porciones	1.96	-0.56	-2.87	1.46	0.33	-0.13	-0.82	0.49
frutas	>=4 y <5 porciones	-0.61	0.02	0.40	0.89	-0.07	0.00	0.06	0.26	fastfood	>=4 y <5 porciones	1.73	-2.41	0.35	-1.06	0.43	-1.31	0.10	-1.02
frutas	>=5 y <6 porciones	-0.07	0.58	-0.53	0.20	-0.01	0.13	-0.13	0.09	fastfood	>=5 y <6 porciones	0.78	-0.30	-0.71	-0.18	0.28	-0.16	-0.36	-0.18
frutas	>=6 porciones	-3.10	2.85	0.66	2.05	-0.41	0.52	0.13	0.65	fastfood	>=6 porciones	1.07	0.51	-2.02	0.21	0.50	0.26	#NUM!	0.21
lacteos	>=0 y <1 porciones	5.44	-5.34	-1.24	-2.74	0.16	-0.24	-0.05	-0.24	total	>=0 y <6 porciones	1.41	-6.06	4.76	-2.37	0.06	-0.49	0.26	-0.35
lacteos	>=1 y <2 porciones	-5.33	4.48	1.75	3.00	-0.18	0.22	0.08	0.27	total	>=6 y <8 porciones	0.62	-1.60	1.00	-0.78	0.03	-0.13	0.07	-0.13
lacteos	>=2 y <3 porciones	-3.13	3.18	0.92	0.91	-0.19	0.28	0.08	0.16	total	>=8 y <10 porciones	0.20	-0.61	0.41	-0.27	0.01	-0.05	0.03	-0.04
lacteos	>=3 y <4 porciones	-0.75	1.75	-0.70	0.28	-0.10	0.30	-0.13	0.10	total	>=10 y <12 porciones	-0.62	0.24	-0.63	2.64	-0.04	0.02	-0.05	0.36
lacteos	>=4 y <5 porciones	0.21	0.91	-1.38	0.55	0.05	0.28	-0.57	0.32	total	>=12 y <14 porciones	0.63	1.06	-1.89	0.13	0.04	0.10	-0.18	0.02
lacteos	>=5 y <6 porciones	-0.22	1.51	-1.27	0.39	-0.09	0.71	-1.21	0.39	total	>=14 y <16 porciones	-1.06	1.28	0.25	0.08	-0.08	0.13	0.02	0.02
lacteos	>=6 porciones	-0.16	2.11	-1.40	-0.63	-0.09	1.10	#NUM!	#####	total	>=16 y <18 porciones	-0.25	2.14	-1.86	0.52	-0.02	0.24	-0.23	0.12
										total	>=18 porciones	-1.68	6.79	-4.42	1.06	-0.10	0.48	-0.43	0.17



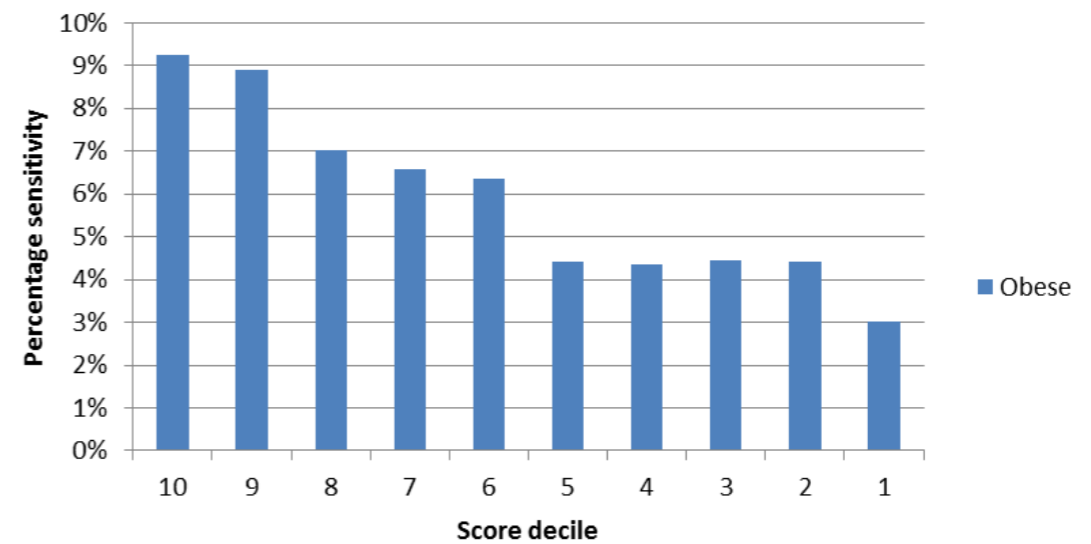
# Turning classifiers into predictions: You can predict someone's health state from their diet (or at least what they say they eat), but beware of causality

Naive Bayes statistical model based on differential consumption of different food groups - 50 variable model

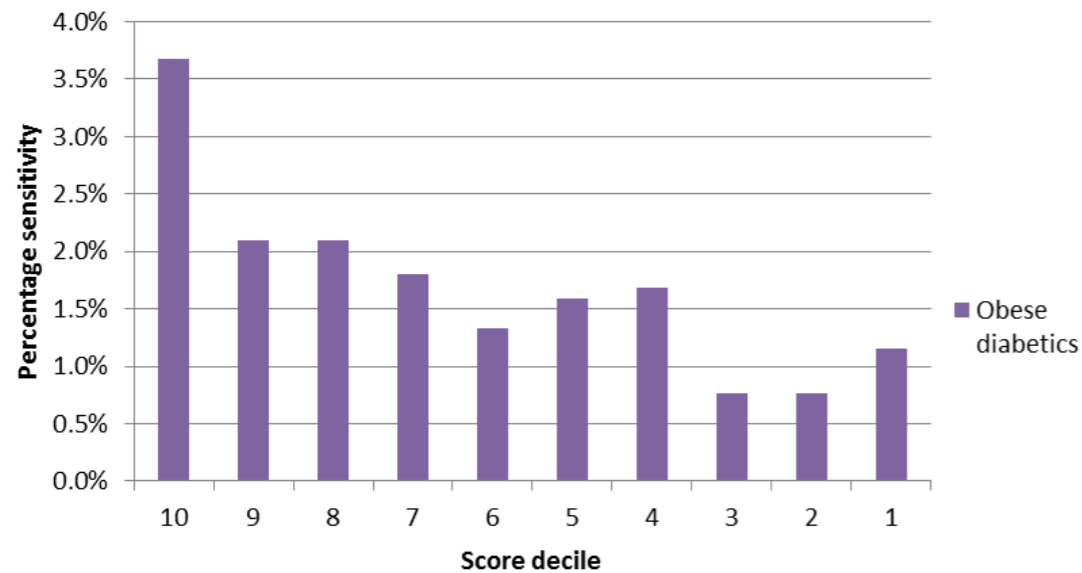
Average sensitivity analysis of Diabetics



Averaged sensitivity of Obese people



Averaged sensitivity analysis of obese diabetics

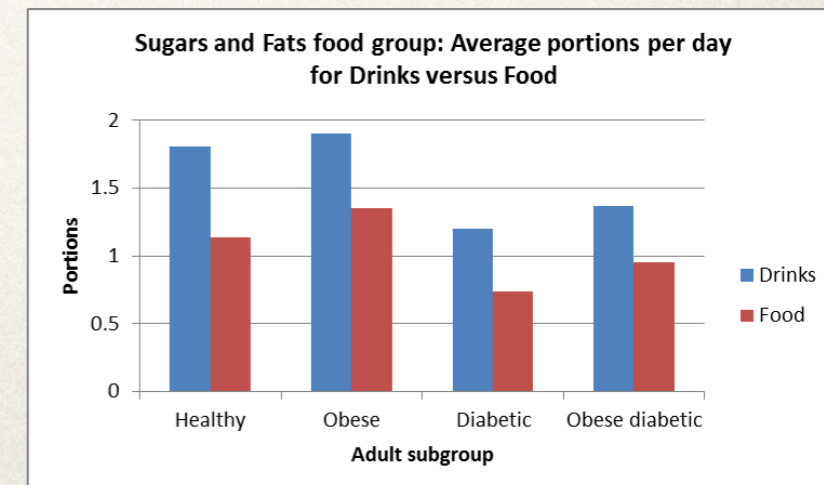
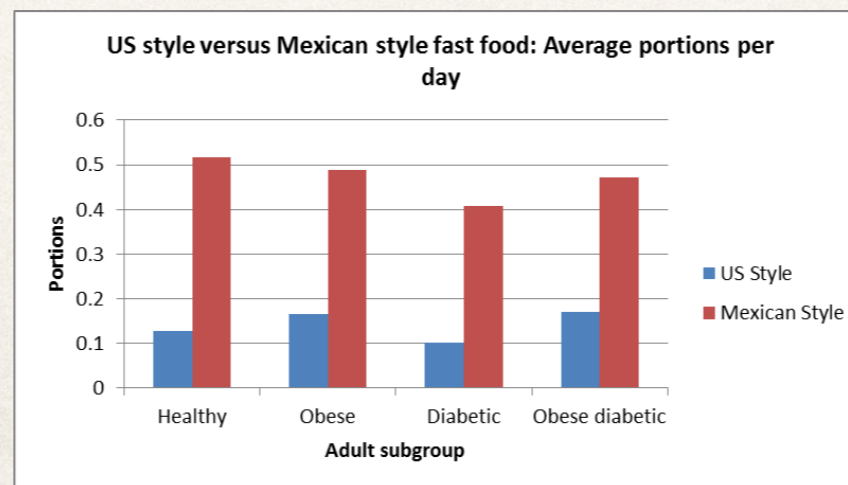
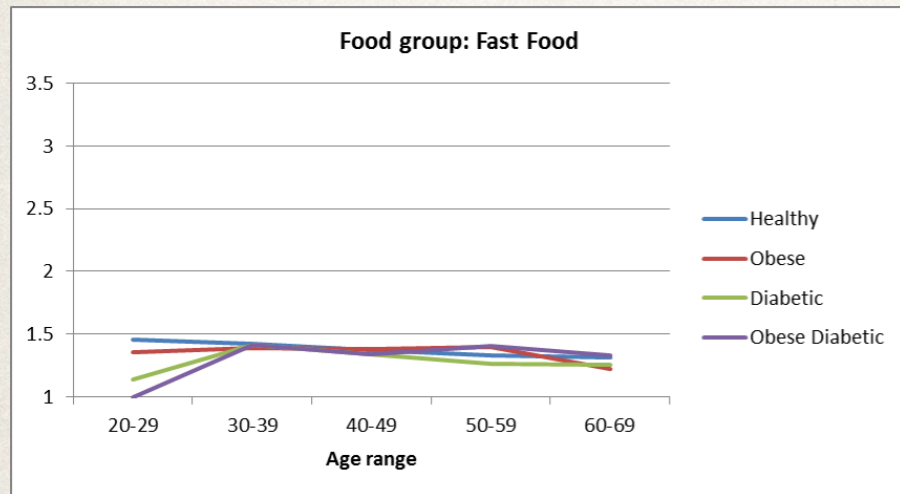
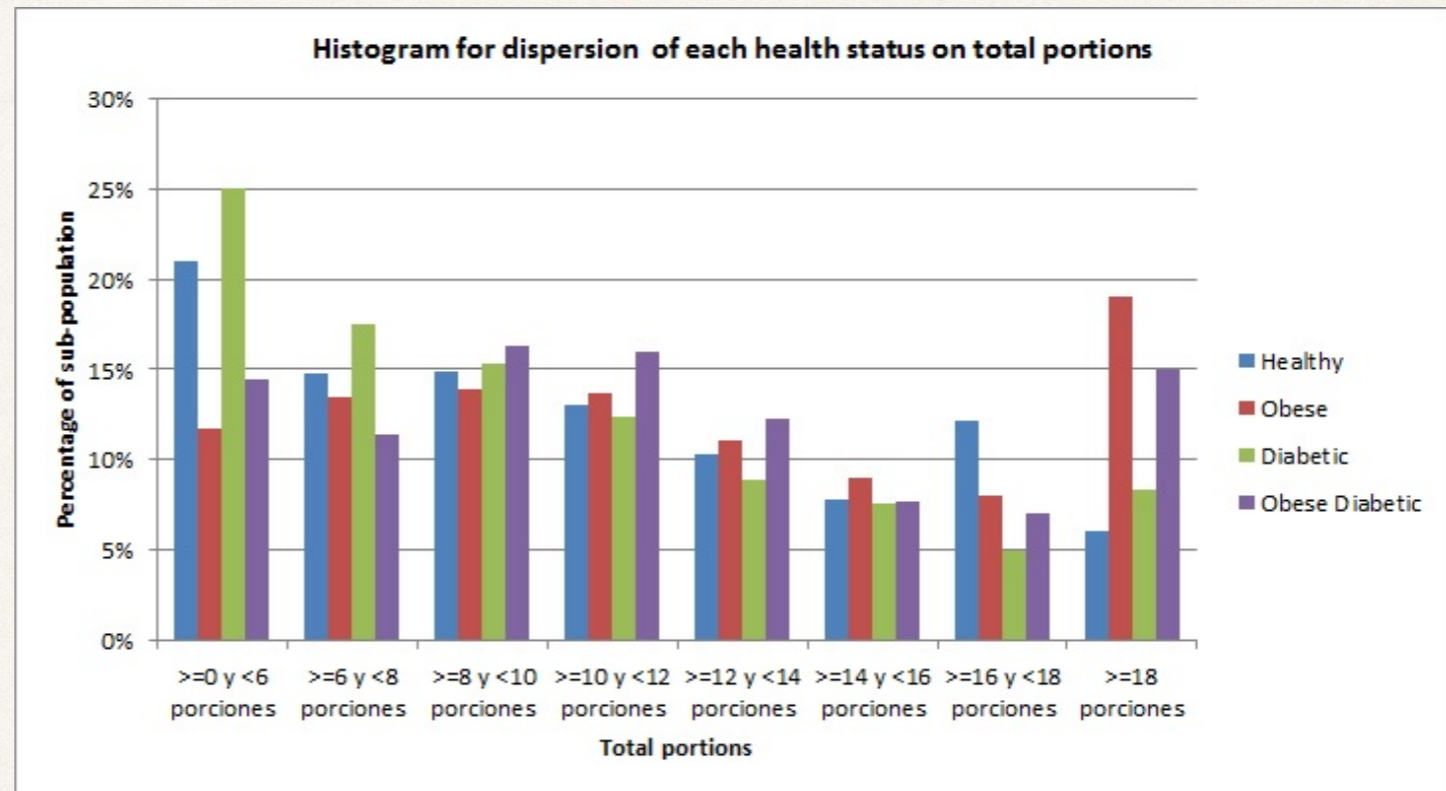
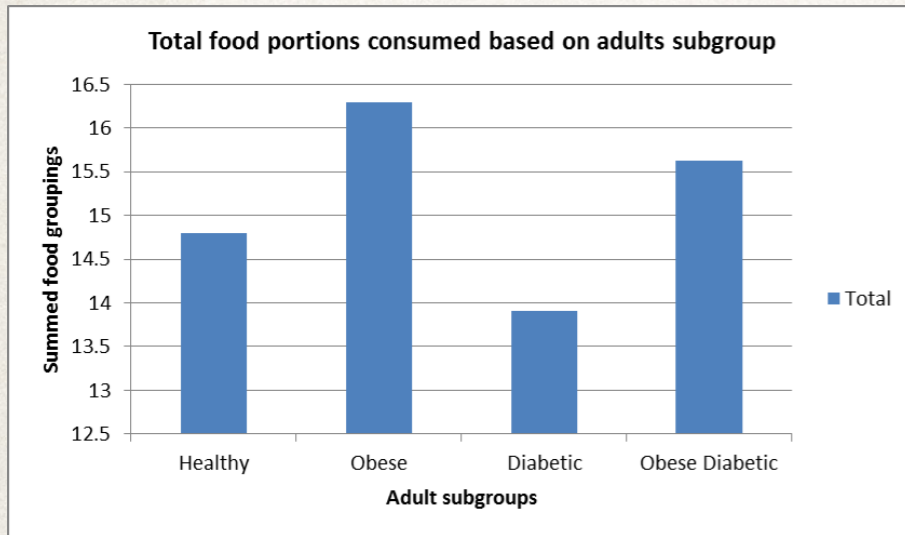


Averaged sensitivity analysis of healthy adults





# Quantity versus quality



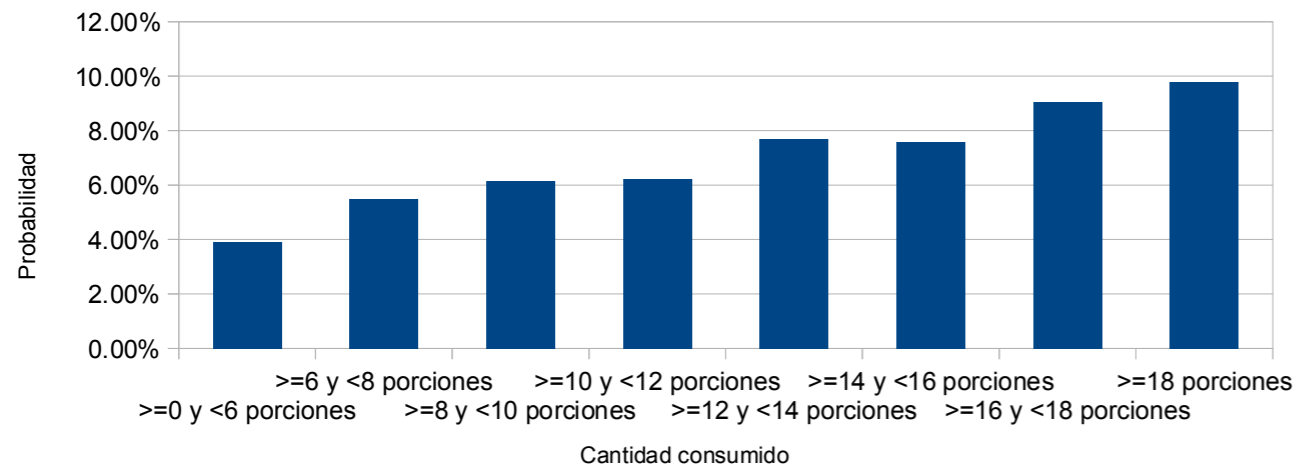


# Identificación de riesgos:

## La nutrición, la psicología, la evolución y la causalidad...

Sheet3

Grafico de cantidad consumido por dia versus probabilidad ser obeso



Graph of probability obese vs daily consumption of diet drinks

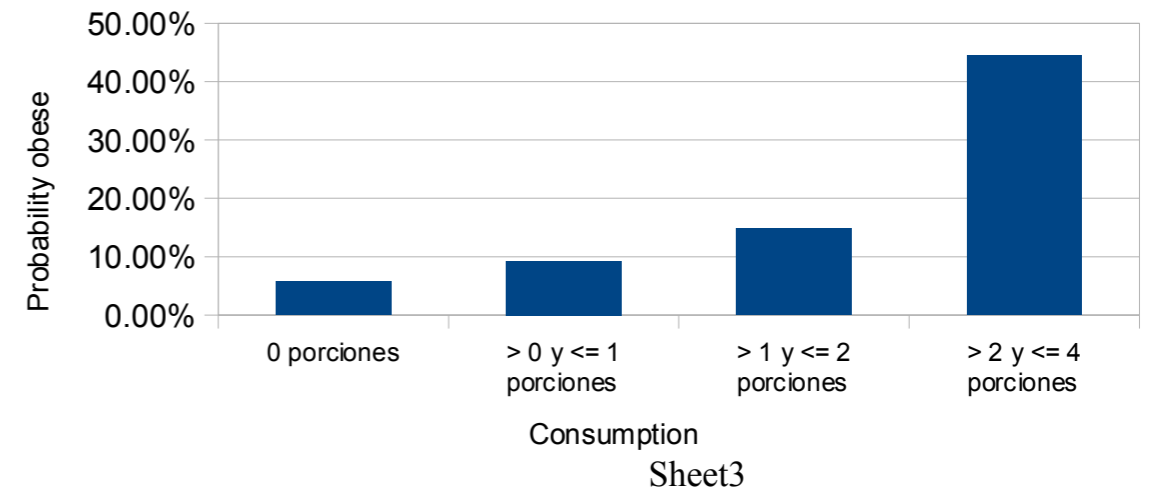
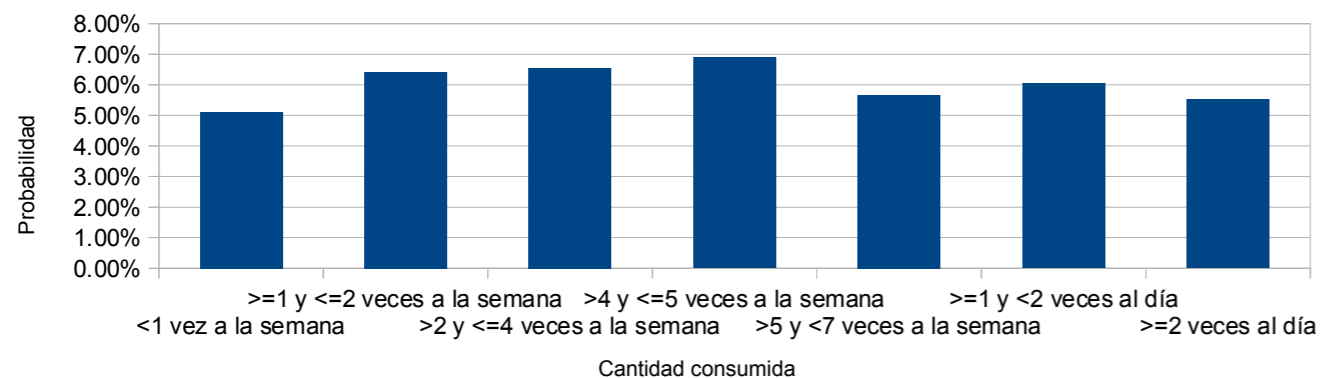
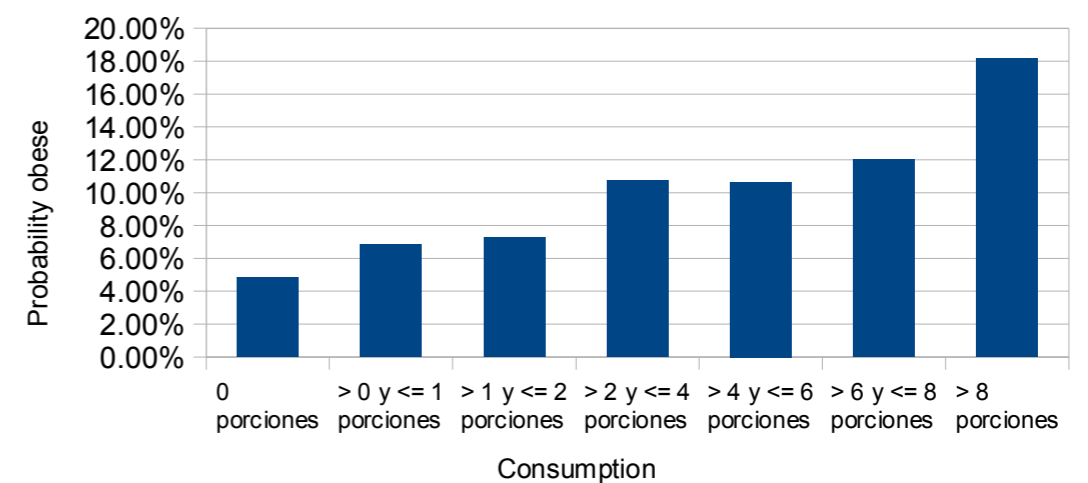


Grafico de probabilidad de ser obeso versus cantidad de comida chatarra consumida



Graph of probability obese versus daily consumption of lettuce





# Differences in consumption between different health states

## Statistical significance with t-test

Healthy								
Healthy-Obese								
	Cereals and Grains	Vegetables	Fresh Fruits	Dairy	Meat, Fish etc.	Sugars and Fats	Fast Food	Total
Epsilon Prime	-3.474723262	-8.829994844	-4.790897812	-6.514034734	-6.251170081	-4.735862305	0.787178028	-9.484667657
Healthy-Diabetic								
	Cereals and Grains	Vegetables	Fresh Fruits	Dairy	Meat, Fish etc.	Sugars and Fats	Fast Food	Total
Epsilon Prime	-0.742562642	-4.885922547	-1.160145733	-1.717252232	7.107027362	22.66389081	6.200335571	6.794463204
Healthy-Obese Diabetic								
	Cereals and Grains	Vegetables	Fresh Fruits	Dairy	Meat, Fish etc.	Sugars and Fats	Fast Food	Total
Epsilon Prime	-2.589374847	-5.841736424	-3.451683295	-3.807471487	-2.238141829	5.860345733	0.394282682	-3.18155453
Obese								
Obese-Diabetic								
	Cereals and Grains	Vegetables	Fresh Fruits	Dairy	Meat, Fish etc.	Sugars and Fats	Fast Food	Total
Epsilon Prime	2.359368993	3.894835804	3.166414112	4.421477293	9.581414189	18.07807374	3.204290199	12.13221284
Obese-Obese Diabetic								
	Cereals and Grains	Vegetables	Fresh Fruits	Dairy	Meat, Fish etc.	Sugars and Fats	Fast Food	Total
Epsilon Prime	-0.590288704	-0.912783943	-0.843796829	-0.041188406	1.210568566	7.560711143	-0.015957323	1.823463009

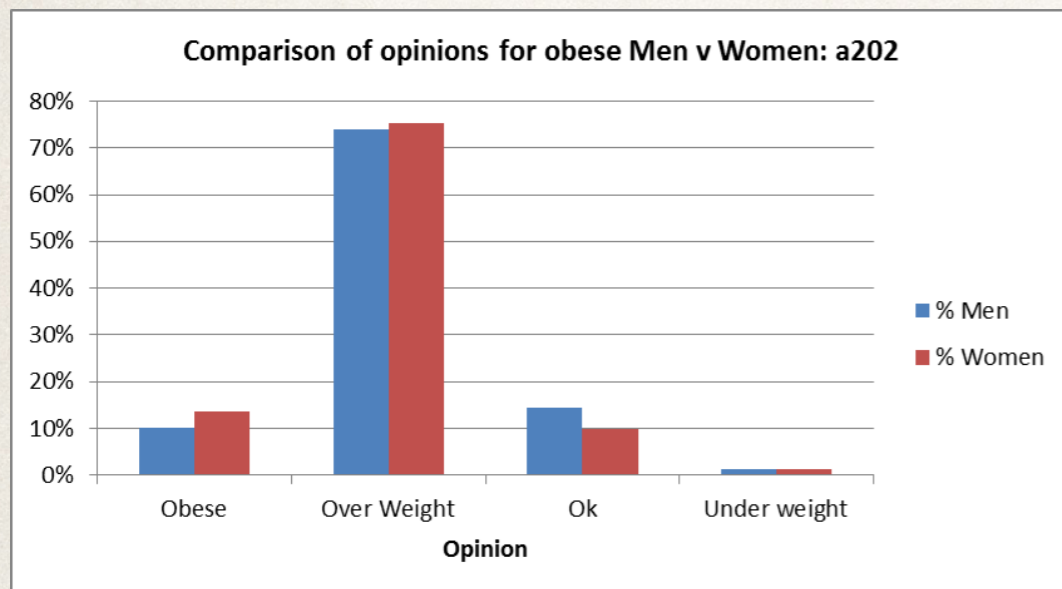
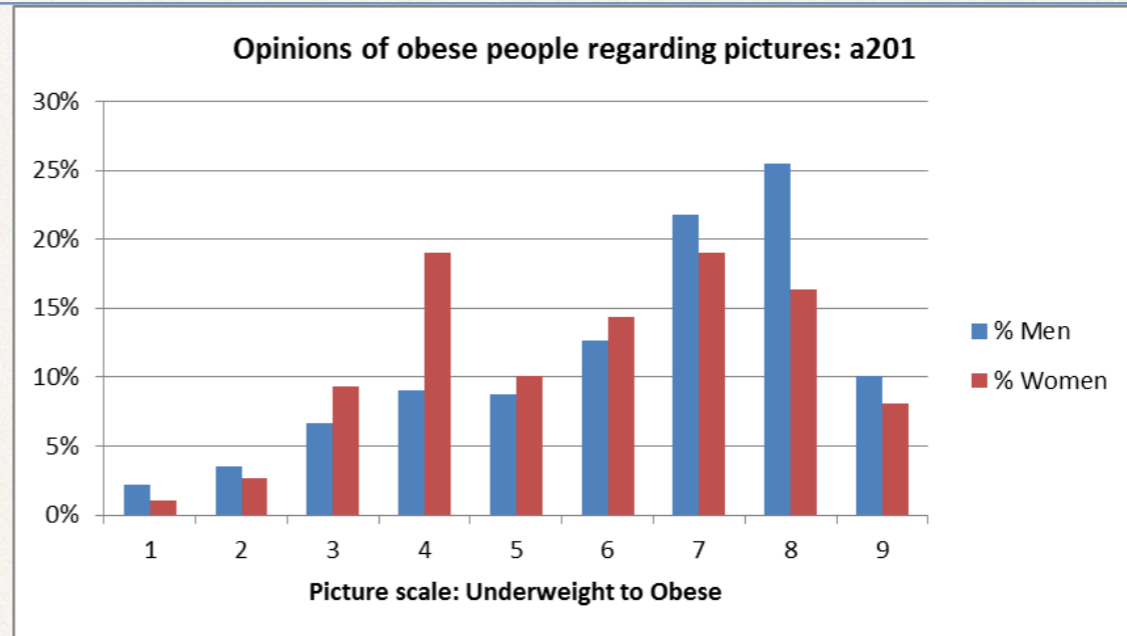
Huge statistical significance. The advantage of large scale surveys.



# Obesity is an unrecognised disease by the sufferer in spite of the symptoms

2.1 Ahora le voy a mostrar unas figuras corporales, por favor dígame que figura siente que más se parece a usted en este momento

Muestre las figuras según sea el sexo del entrevistado



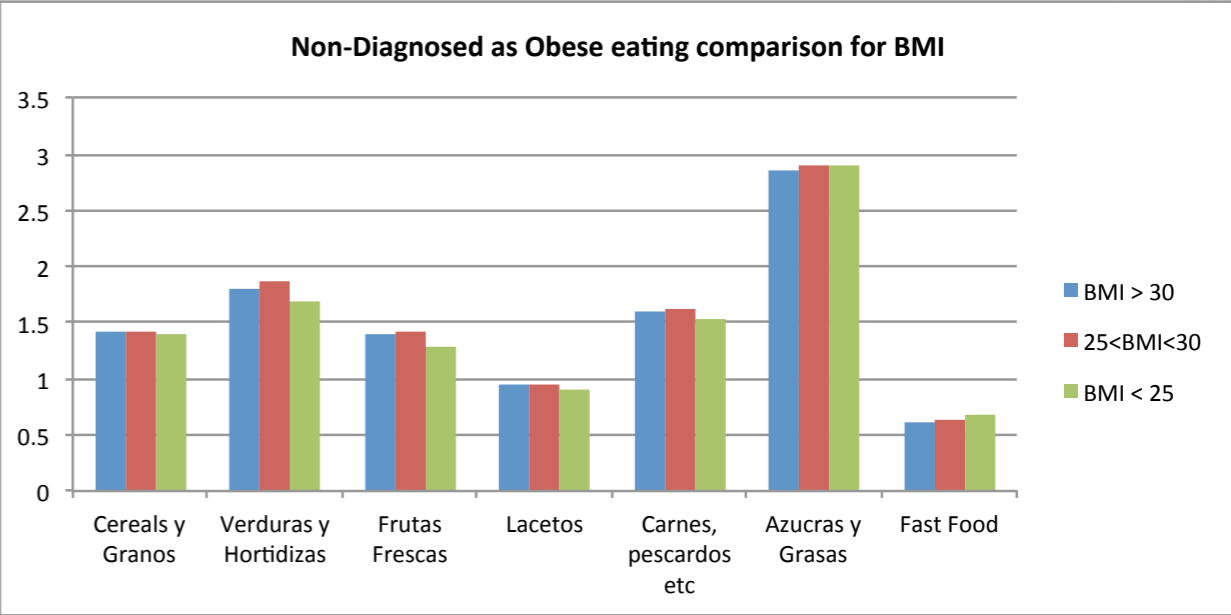
People think they're less overweight/obese than they are. Symptom severity is underestimated.

**Fundamental question: Why do we lie to ourselves about our appearance?**

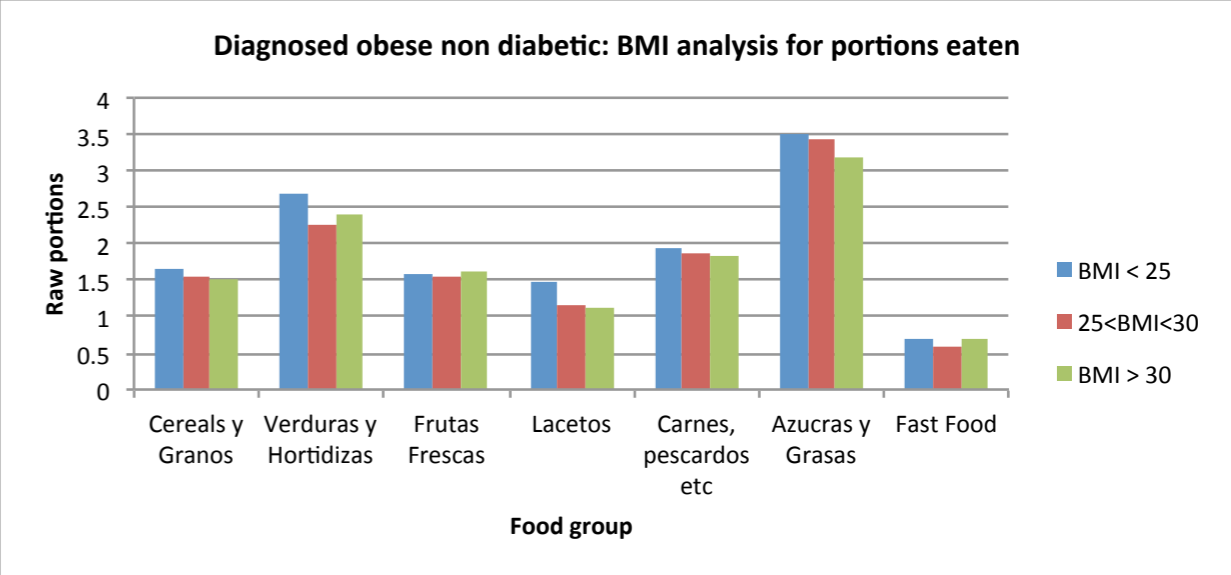


# And what we eat...!

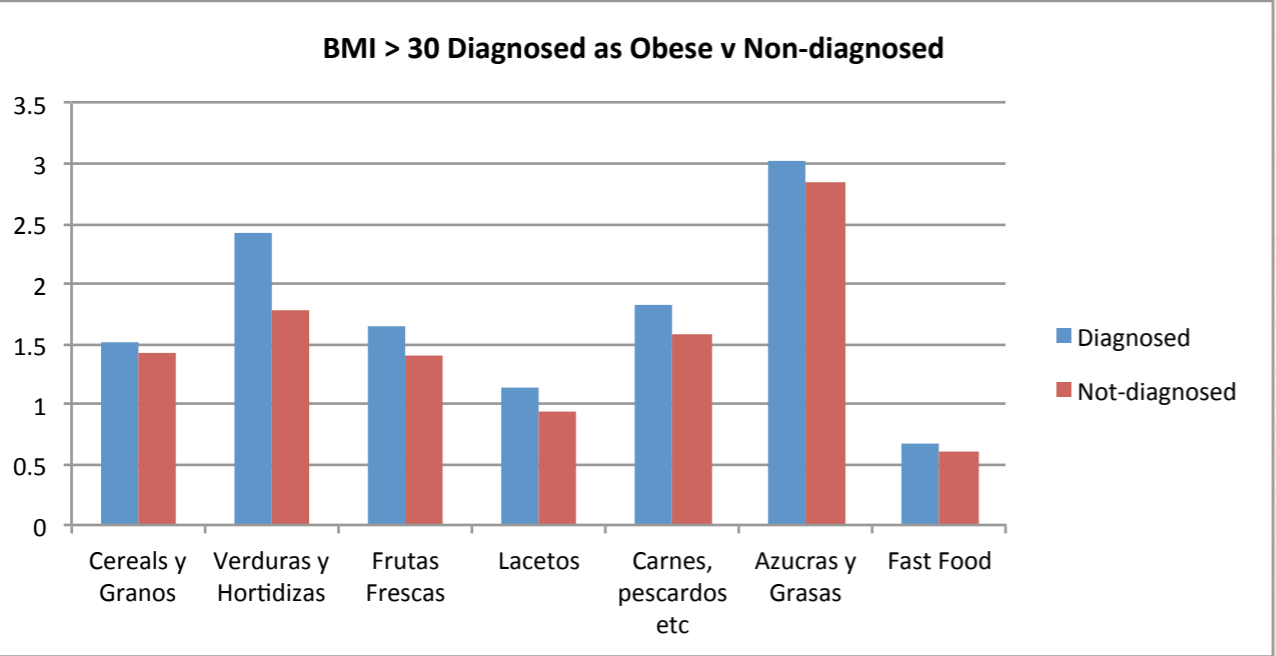
BMI Healthy								
Dianosed obese-Non diagnosed obese								
	Cereals and Grains	Vegetables	Fresh Fruits	Dairy	Meat, Fish etc.	Sugars and Fats	Fast Food	Total
Epsilon Prime	2.20	3.59	1.16	3.66	2.58	1.94	0.29	3.60
BMI Overweight								
Dianosed obese-Non diagnosed obese								
	Cereals and Grains	Vegetables	Fresh Fruits	Dairy	Meat, Fish etc.	Sugars and Fats	Fast Food	Total
Epsilon Prime	2.18	2.91	1.59	3.61	2.24	3.19	-1.74	3.84
BMI Obese								
Dianosed obese-Non diagnosed obese								
	Cereals and Grains	Vegetables	Fresh Fruits	Dairy	Meat, Fish etc.	Sugars and Fats	Fast Food	Total
Epsilon Prime	2.37	6.07	3.44	4.64	4.24	2.55	1.85	6.32
Non-Diagnosed								
BMI Obese - BMI Healthy								
	Cereals and Grains	Vegetables	Fresh Fruits	Dairy	Meat, Fish etc.	Sugars and Fats	Fast Food	Total
	0.86	1.53	2.62	1.62	-0.02	-1.29	-4.45	0.25



The undiagnosed obese and the undiagnosed overweight report consumption that is very similar to the healthy. Do the obese and overweight perceive a consumption that is consistent with their self-image?



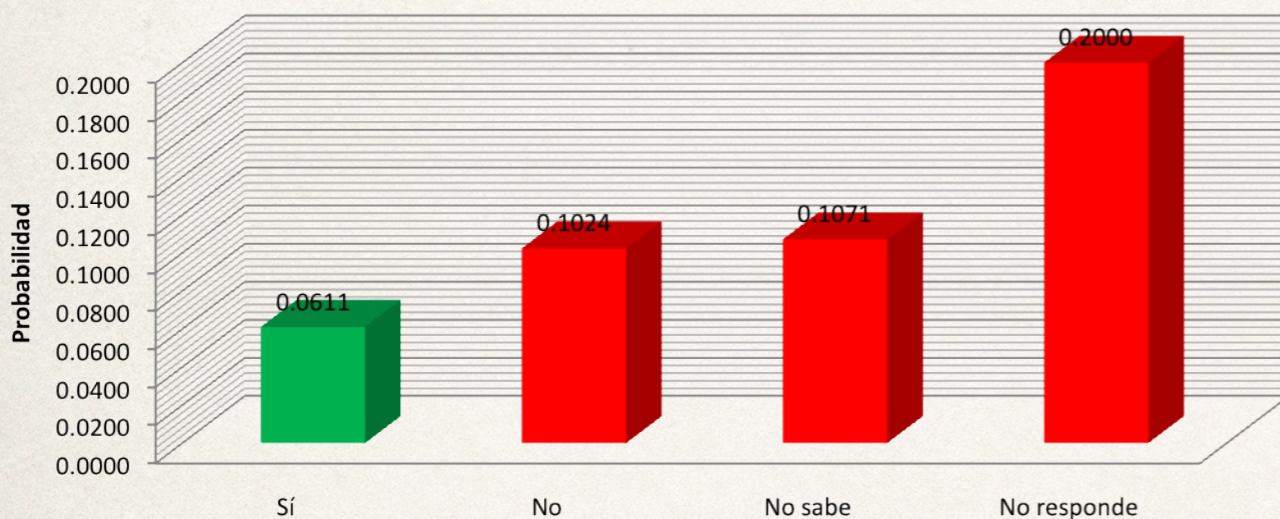
The undiagnosed obese report much less food consumption than the diagnosed obese. Shows the importance of presenting someone with "evidence".





# Identificación de riesgos: Ignorancia y la educación

¿Sabe leer o escribir un recado?

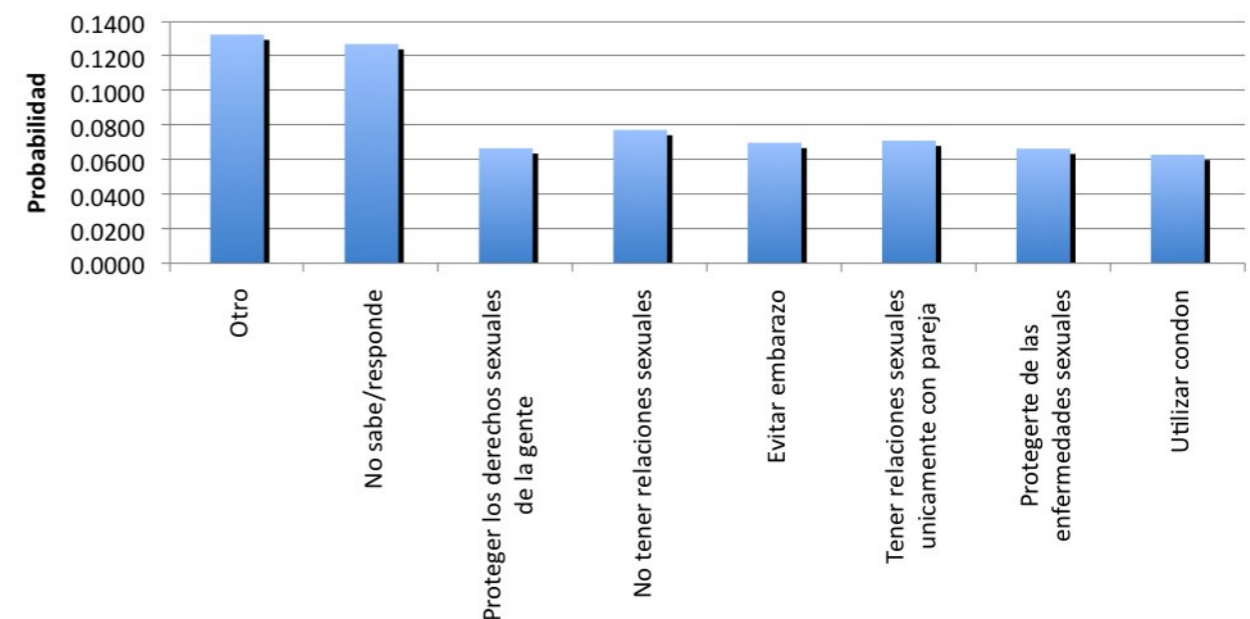


Ignorancia y especialmente ignorancia sobre la salud es un factor de riesgo de importancia similar a la obesidad

Para hombres 20-59 de PREVENIMSS 2006

- Sí
- No
- No sabe
- No responde

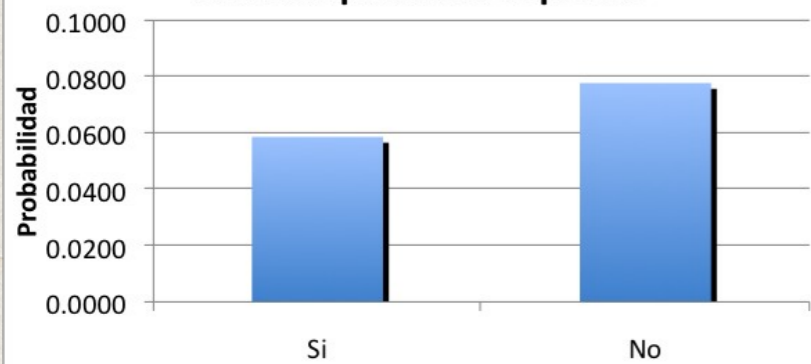
Gráfica de probabilidad de diabetes versus qué piensas que significa el sexo protegido



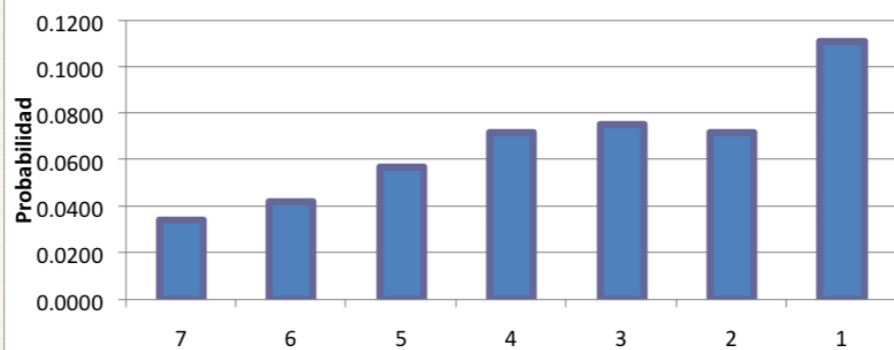


# Identificación de riesgos: Sedentarismo y ejercicio

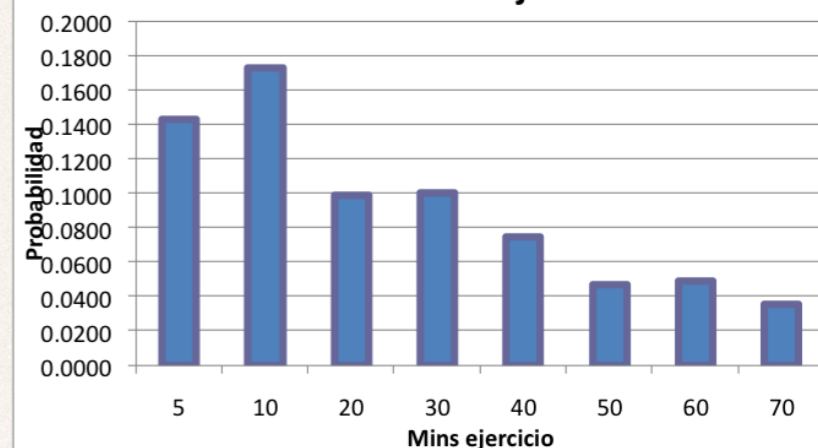
Gráfica de Probabilidad de Diabetes versus si practicas deportes



Gráfica de Probabilidad de diabetes versus Número de días de ejercicio por semana

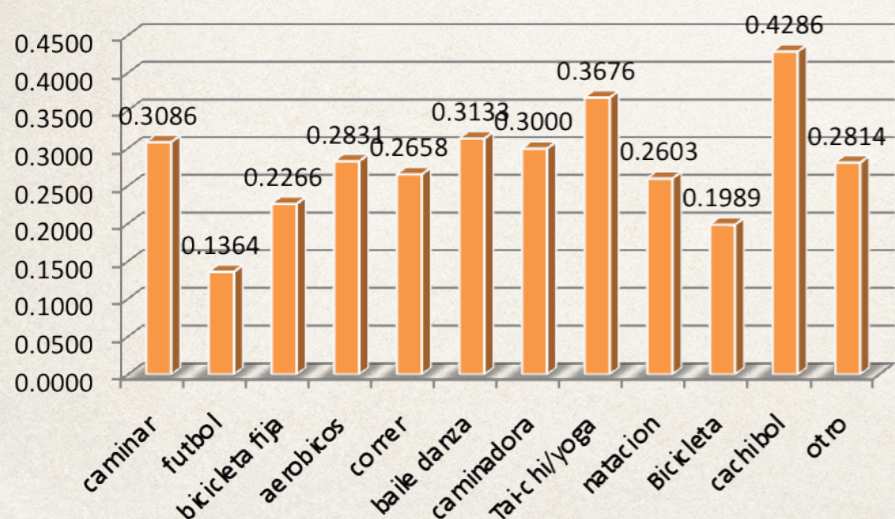


Gráfica de Probabilidad de diabetes versus mins de ejercicio



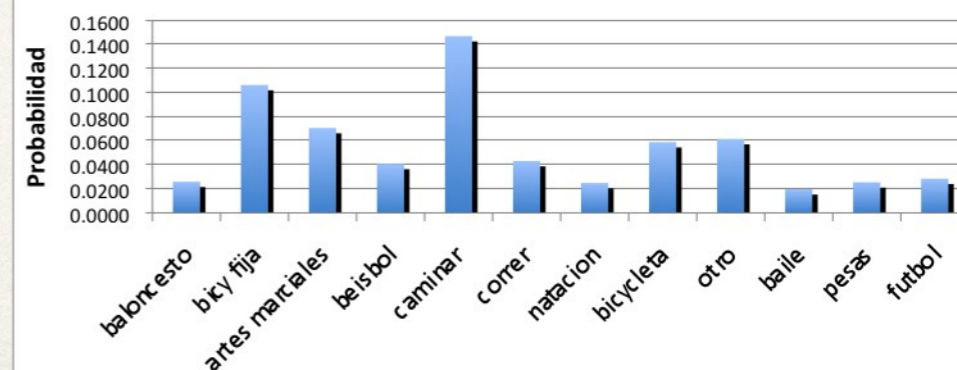
Para hombres 20-59 de PREVENIMSS 2006

Tipo de ejercicio practicado vs probabilidad de tener diabetes P(C/X)



Para adultos mayores > 59

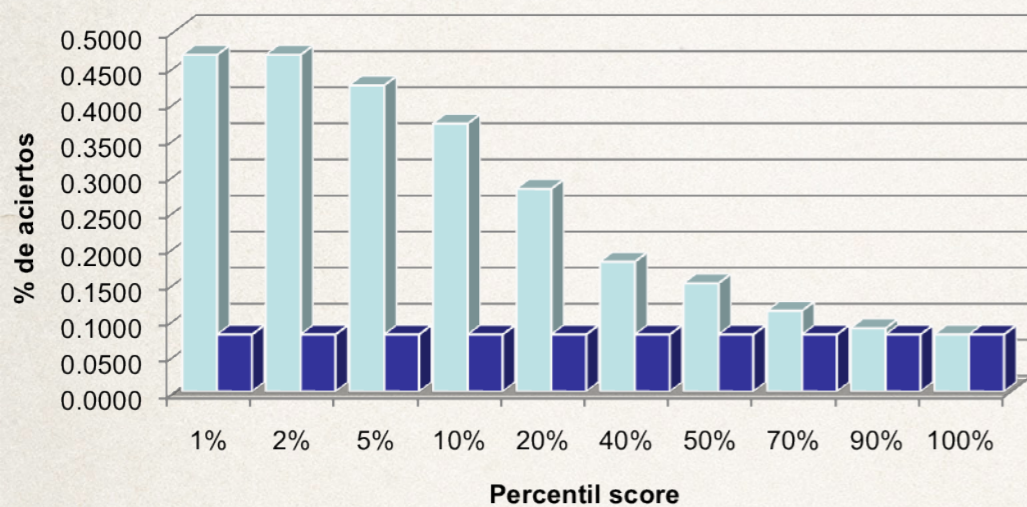
Gráfica de Probabilidad de Diabetes versus tipo de ejercicio





# Desde la descripción hasta la predicción y “actionability”

Gráfica de % de aciertos como función del percentil de calificación



Modelo de predicción de presencia de diabetes mellitus tipo 2 a través de datos de PREVENIMSS 2006

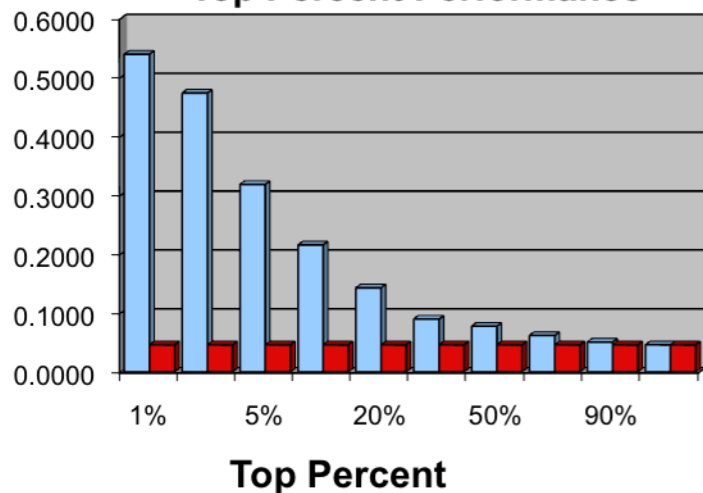
Diseño de sistemas de software inteligente para apoyo en la toma de decisiones a todos los niveles

Perfil de Riesgo	
Pregunta de Perfil	Respuesta
¿Algun familiar padece o padeció diabetes mellitus? (hijos)	si
Edad cumplida	54 a 59 años
¿Algun familiar padece o padeció presión alta? (hijos)	si
¿Algun familiar padece o padeció diabetes mellitus? (hermanos)	si
Cuantos minutos por sesión hace ejercicio	5 minutos
Número de hijos vivos que ha tenido	5 hijos vivos
Edad a la que empezó a beber	> 27 años
¿Algun familiar padece o padeció obesidad? (hijos)	si
¿Algun familiar padece o padeció sobrepeso? (hijos)	si

Modelo de predicción de gastos médicos mayores y comorbilidades para un grupo de diabéticos

Valor	Descripción	Epsilon	P(C/X)
10	97 total covered spending I+O+D	43.20099567	0.237247924
10	total covered spending I+O	40.46404161	0.225385528
10	97 Q4 total covered spending I+O+D	36.81476952	0.209569
10	total outpatient spending	36.63230592	0.208778173
1	Renal Failure	34.55328575	0.42195122
1	chronic renal failure	34.4575483	0.475884244
9	Q4 total covered spending I+O	34.35151087	0.198892843
9	Q4 total outpatient spending	34.26027907	0.19849743
9	97 Q3 total covered spending I+O+D	31.97948401	0.1886121
3	total inpatient spending	31.92264569	0.231607629
10	97 Q2 total covered spending I+O+D	30.33731158	0.181494662
1	renal failure, unspecified	29.89280985	0.532967033
9	97 Q1 total covered spending I+O+D	27.41789391	0.168841439
8	Q2 total covered spending I+O	27.23543031	0.168050613
7	Q3 total covered spending I+O	27.1441985	0.1676552
1	loop diuretics	26.45884908	0.175141243
10	total drug spending	26.23188048	0.163701068

Top Percent Performance





# How to get more complete data...

## Do it yourself!

Project: : La Complejidad de la Diabetes Mellitus Tipo 2

Supported by CONACyT through the program of Redes Tematicas with the Red Ciencia, Complejidad y Sociedad \$1.5 million, duration 1 year

Purpose is to combine genetic and lifestyle data to find their relative contribution as risk factors and build more complete predictive risk models

Correlation coefficients		
Glucose vs BMI	Triglycerides vs BMI	Cholesterol vs BMI
0.16	0.22	0.05
Glucose vs triglycerides	Triglycerides vs	Glucose vs cholesterol
0.25	0.42	0.21

GEN	SNP
FTO	rs9939609
MC4R	rs17782313
	rs12970134
NEGR1	rs2815752
	rs2568958
SEC16/RASAL2	rs10913469
TMEM18	rs6548238
	rs7561317
	rs2867125
SFRS10/ETV5/DGKG	rs7647305
LGR4/LIN7C/BDNF	rs6265
	rs925946
BCDIN3/FAIM2	rs7138803
BDNF	rs6265
	rs925943
SH2B1/ATP2A1	rs7498665
	rs7359397
KCTD15	rs29941
	rs11084753
GNPDA2	rs10938397
MTCH2	rs10838738
	rs11084753
NRXN3	rs10150332
TFAP2B	rs987237
MSRA	rs7826222
LYPLAL1	rs2605100
RBJ	rs713586
GPRC5B	rs12444979
MAP2K5	rs2241423
QPCTL	rs2287019
TNN13K	rs1514175
SLC39A8	rs13107325
FLJ35779	rs2112347
LRRNGC	rs10968576
TMEM160	rs3810291
FANCL	rs887912
CADM2	rs13078807
PRKD1	rs11847697
LRP1B	rs2890652
PTBP2	rs1555543
MTIF3	rs4771122
ZNF608	rs4836133
RPL27A	rs4929949
NUDT3	rs206936
RPGRIP1L	rs6499640
	rs8050136
LOC284757	rs6027281
MAF	rs1424233
PRL	rs4712652
PTER	rs10508503
PPARG	rs3856806
ADRB3	rs4994
ADRB2	rs1042719
LEPR	rs1137101
GNB3	rs5443
UCP3	rs1800849
ADIPOQ	rs2241766
UCP2	rs659366
NR3C1	rs56149945
INSIG2	rs7566605
PSCK1	rs6232
NPY	rs16147

Participantes total	1055
Participantes con resultados de bioquimica sanguina	943
Participantes con glucosa > 125	58
Participantes con glucosa entre 110 y 125	50
Participantes con diabetes y hipertension	19
Participantes con prediabetes y hipertension	9
Participantes obesos	430
Participantes obesos y diabeticos	35
Participantes obesos y prediabeticos	30
Participantes con colesterol alto	470
Participantes con trigliceridos alto	430
% con glucosa > 125	6.10%
% con glucosa entre 110 y 125	5.30%
% diabeticos con hipertension	32.70%
% prediabeticos con hipertension	18%
% obeso	40.80%
% de diabeticos que son obesos	60.30%
% de prediabeticos que son obesos	60%



# Conclusions and questions

---

- ❖ Obesity and type 2 diabetes as diseases are Complex Adaptive Systems
- ❖ CAS are highly multi-factorial and not “predictable” in the standard sense
- ❖ Present day science hasn't the tools or conceptual framework with which to deal with CAS.
- ❖ Why do we make bad decisions? Are we irrational? Why do we cheat ourselves? What is plastic in our behaviour and how plastic is it?



# Los alimentos...

Verduras y Hortalizas:			
Sopa o caldo con verduras	Crema de verduras	Jitomate	Hojas Verdes
Chayote	Zanahoria	Calabacita	Brocoli o coliflor
Col	Ejotes	Elote	Lechuga
Nopales	Pepino	Aguacate	Otra verdure
Papas cocida	Bebidas Nutrivida del programa OPORTUNIDADES		

Cereales y granos:		
Cacahuates, habas o pepitas	Sopa de pasta a	Sopa de pasta b
Tortillas de harina MASECA o MINSA	Tortilla de mesa (comprada)	Tortilla de harina de trigo
Lenteja, garbanzo, haba amarilla o alubia	Frijoles a	Frijoles b
Tortillas de nixtamal	Arroz	Pan blanco
Pan integral	Galletas saladas	Selección de cereal de caja

Azucres y grasas:		
Refresco normal	Refresco dieta	Margarina
Jugos o aguas de fruta con azucar	Te con azucar	Chocolate
Bebidas o aguas de sabor con azucar	Cafes con azucar	Frituras
Agregado a la leche azucar	Pastelillos y donas indust.	Crema
Agregado a la leche chocolate u otro saborizante	Galletas dulces	Mantequilla
Azucar por ejemplo en fresas o platanos con crema	Gelatina, Flan	Mayonesa
Pan dulce (excepto donas y churros)	Barras de cereal	Dulce
Donas y churros de panaderia	Pastel o pay	Platano frito

Lacetos:			
Leche liconsa	Otra Leche	Leche preparada de sabor	Queso
Yogurt	Danonino o similar	Yakult o similar	

Carnes, pescados, huevos y legumbres secas:			
Carne de Puerco	Carne de res	Carne de res seca (machaca)	Longaniza o chorizo
Pollo a	Pollo b	Pollo c	Huevo a
Huevo b	Pescardo fresco	Pescardo seco	Atun y sardine
Algun marisco (camaron, ostiones, etc.)			
Salchicha de Puerco, pavo o combinado, jamon de Puerco o pavo o mortadela (a parte de en otro)			

Frutas frescas:			
Jugos naturales sin azucar	Platano	Jicama	Naranja o mandarina
Manzana o pera	Melon o sandia	Guayaba	Mango
Papaya	Pina	Toronja	Fresa
Otra fruta			

Fast food:			
Torta o sandwich	Hamburguesa	Pizza	Hot dog
Pozole	Tamal	Atole de maiz	
Sopes, quesadillas, enchiladas, tacos o gorditas de comal (sin freir)			
Sopes, quesadillas, enchiladas, tacos o gorditas frito			