



Curso

# Economía de la salud y farmacoeconomía



## Modelos de decisión

Árboles de decisión

De: Esperanza Peña Torres

Presentada por: Viviana A. Rodríguez Romero





## Introducción

La incertidumbre es una situación inherente a la toma de decisiones y depende de las circunstancias particulares del fenómeno o situación frente a la que hay que tomar una decisión.

Ejemplos:

- Incluir una tecnología sanitaria en el Plan de Beneficios en Salud
- Asignar recursos para un programa

¿Se necesita hacer pruebas para disminuir la incertidumbre?



## Conflicto decisional

- Incertidumbre acerca de las opciones
- Preocupación por los resultados
- Tiempo para tomar la decisión
- Valorar los juicios propios



## Conflicto decisional

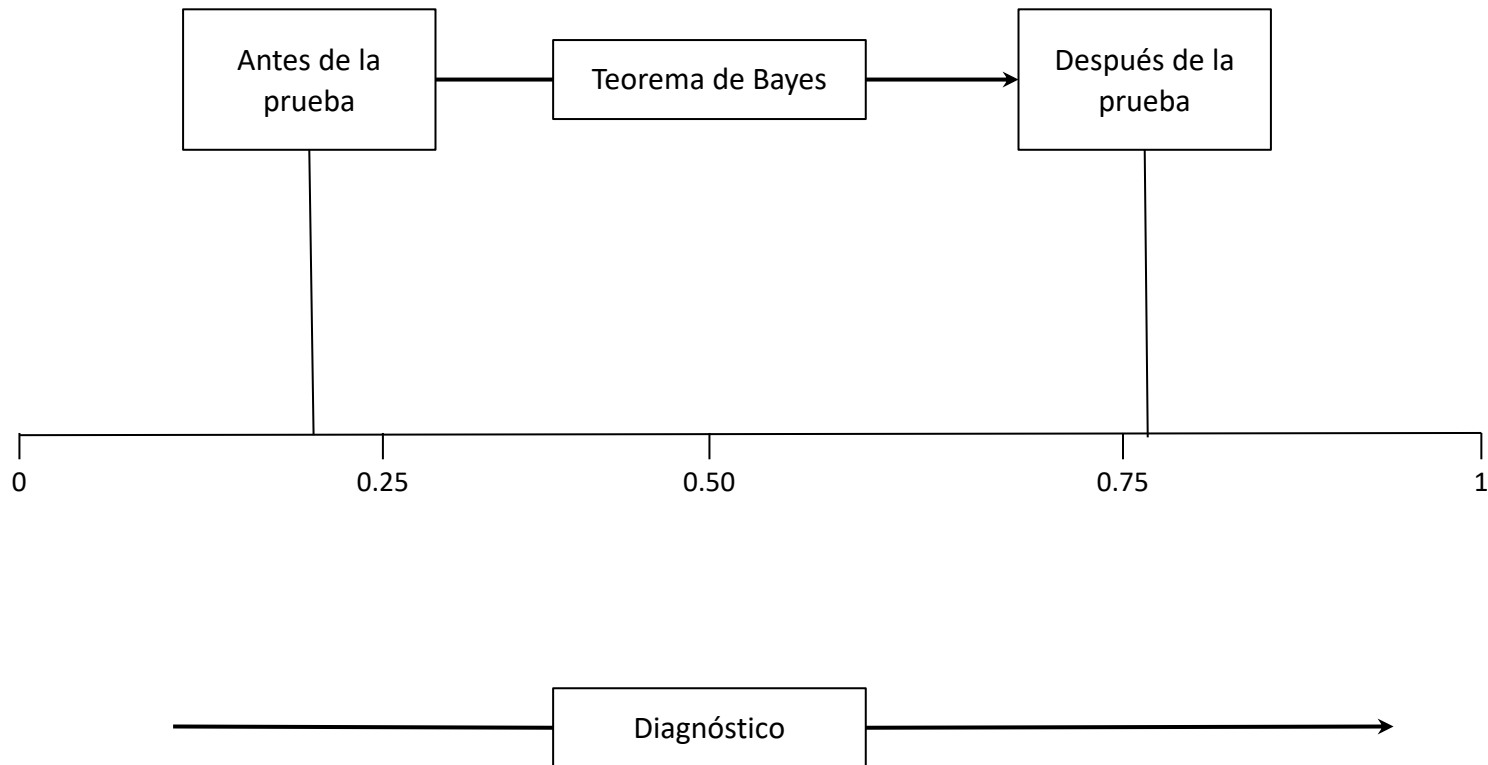
- Prevalencia de la enfermedad
- Relacionar las características del paciente con las menos predictivas.
- Sobreestimar la probabilidad de un evento por evocación: sucedió recientemente, fue especialmente vívido, o ambos.
- Las estimaciones iniciales de probabilidad son demasiado altas o demasiado bajas y luego no se ajustan lo suficiente como para tener en cuenta la nueva información.



## Regla de decisión de Bayes

- Usando las mejores estimaciones disponibles de las probabilidades de los estados de la naturaleza (probabilidad *a priori*), se calcula el valor esperado del pago de cada acción posible. Se elige la acción con el máximo pago esperado

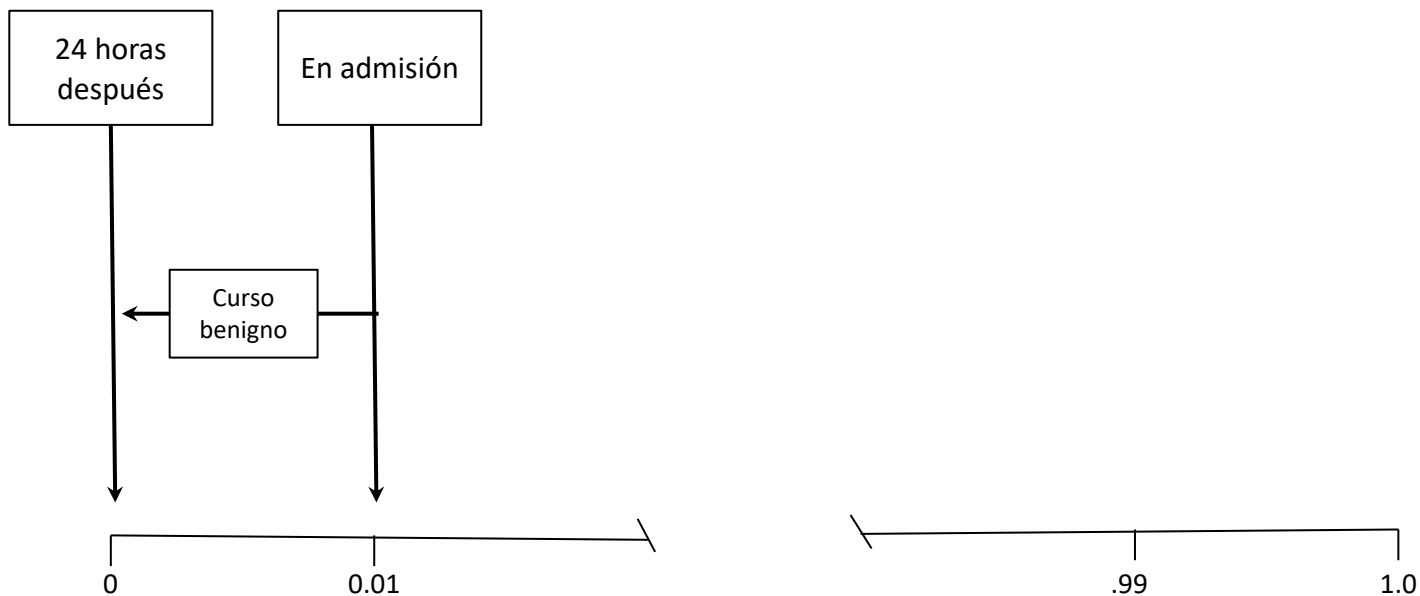
# Probabilidad: un lenguaje para expresar incertidumbre



*Medical Decision Making*, Second Edition. Harold C. Sox, Michael C. Higgins and Douglas K. Owens.  
© 2013 John Wiley & Sons, Ltd. Published 2013 by John Wiley & Sons, Ltd



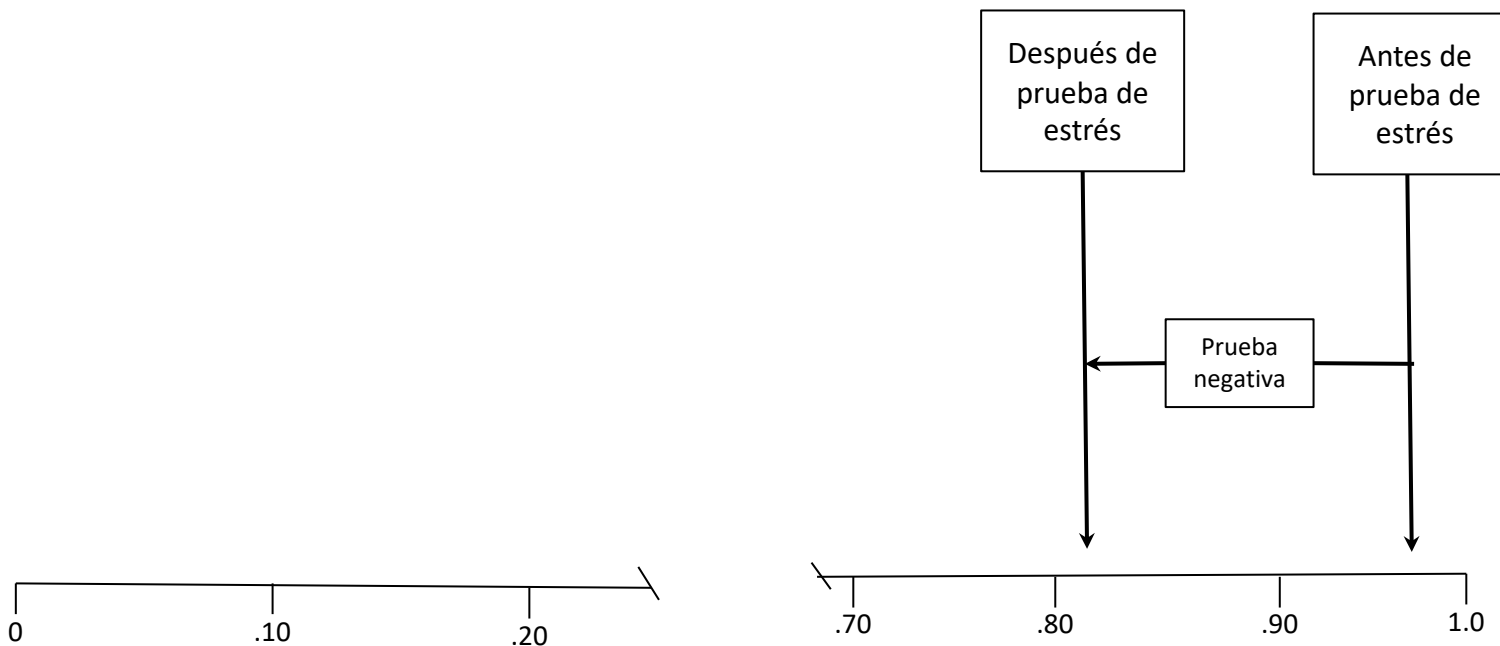
## Probabilidad: un lenguaje para expresar incertidumbre



*Medical Decision Making*, Second Edition. Harold C. Sox, Michael C. Higgins and Douglas K. Owens.  
© 2013 John Wiley & Sons, Ltd. Published 2013 by John Wiley & Sons, Ltd



## Probabilidad: un lenguaje para expresar incertidumbre



*Medical Decision Making*, Second Edition. Harold C. Sox, Michael C. Higgins and Douglas K. Owens.  
© 2013 John Wiley & Sons, Ltd. Published 2013 by John Wiley & Sons, Ltd

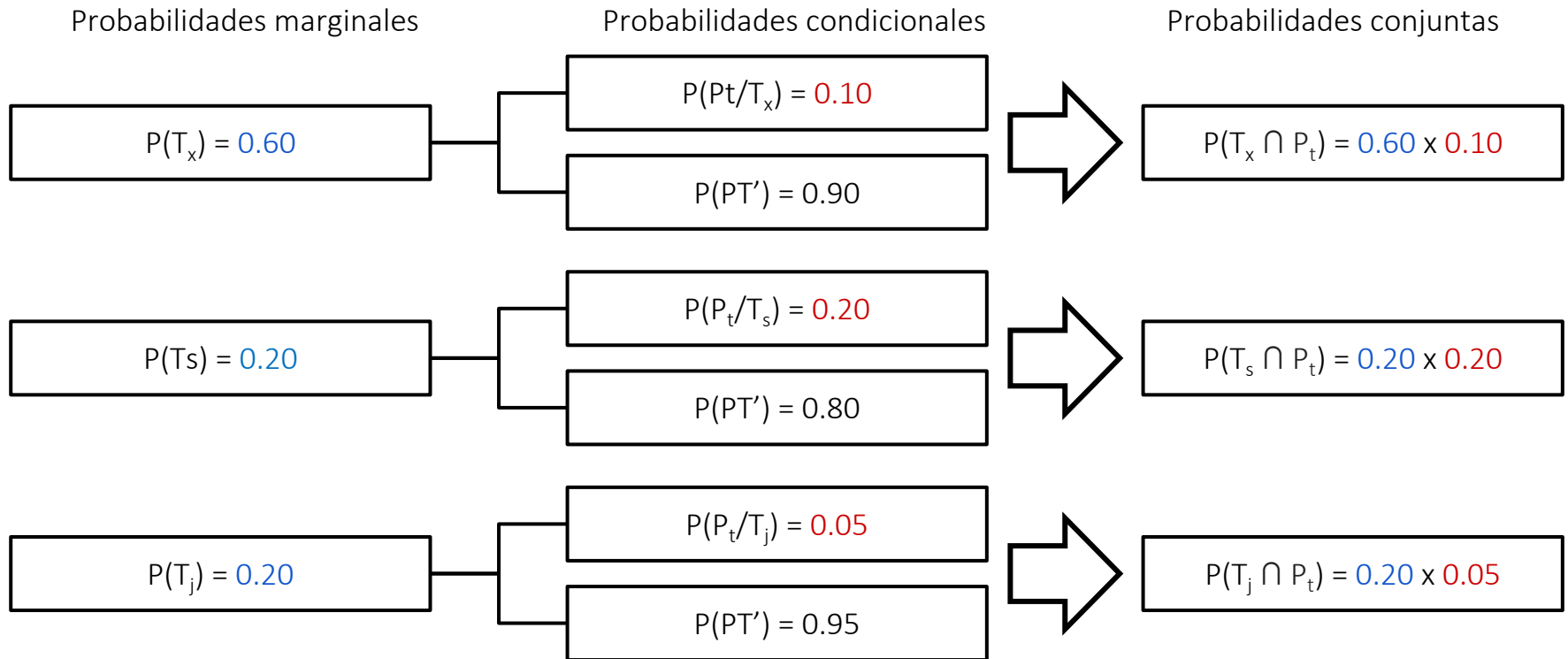


## Problema

- De los enfermos de SIDA de un hospital el 60 % adquirió el virus por transmisión sexual, el 20 % por transfusiones sanguíneas y el 20 % por el uso de jeringas en drogas. Entre los primeros, el 10 % está en periodo terminal , entre los segundos el 20 % y entre los terceros el 5 %. Se elige al azar un paciente de SIDA y resulta en estado terminal ¿Cuál es la probabilidad de que haya adquirido el virus por transfusión de sangre?

Rondón, H.S., Ladino, L.A. y Orduz, P. (2015). Acerca de la enseñanza del teorema de Bayes. *Revista Educación y Desarrollo Social*. 9(1), 144-159

## Solución por diagrama de árbol



Rondón, H.S., Ladino, L.A. y Orduz, P. (2015). Acerca de la enseñanza del teorema de Bayes. *Revista Educación y Desarrollo Social*. 9(1), 144-159

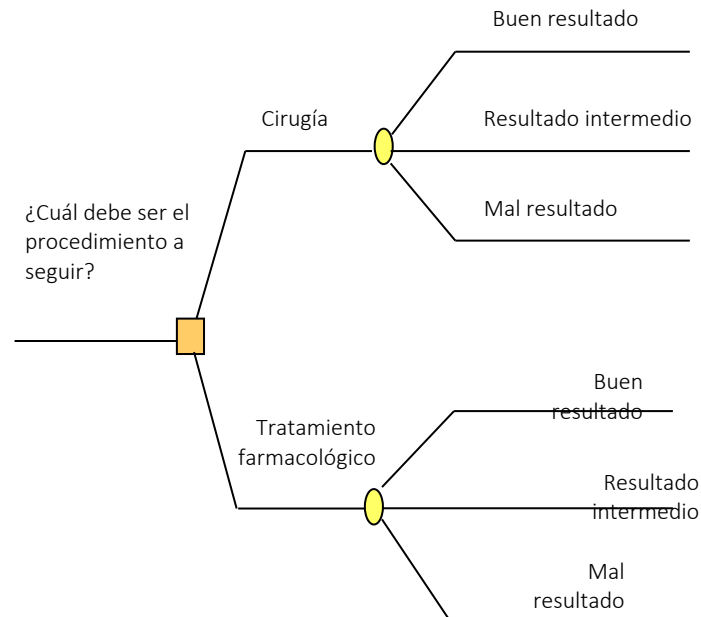


# Construir un árbol de decisiones

## Consejos

## Los árboles de decisión

Un árbol de decisiones es una representación de los posibles cursos de acción que un paciente puede tener.



Fuente: Drummond *et al* (2015).



## Los árboles de decisión (2)

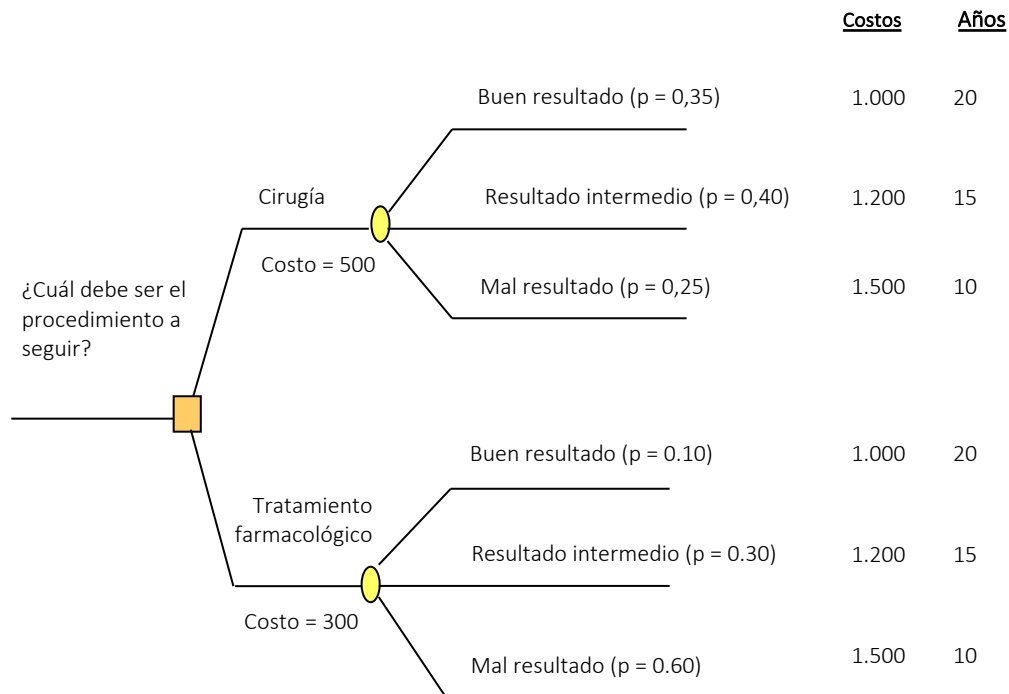
1. Nodos de decisión (*decision node*): alternativas de salud evaluadas – es decir, comparables en el contexto de la evaluación
2. Nodos de probabilidad (*chance node*): cursos de acción posibles que puede experimentar la población bajo estudio



## Los árboles de decisión (3)

3. Probabilidad: frecuencia de ocurrencia de un evento en una muestra o población. Pueden ser incondicionadas o condicionadas a los cursos de acción anteriores.
4. Valor esperado: costos y beneficios en salud que se obtienen de acuerdo con la evolución de los individuos bajo evaluación.

## Los árboles de decisión



Fuente: Drummond *et al* (2015).



## Valores esperados del ejemplo anterior

### Cirugía

Costos esperados cirugía =  $500 + (0,35 \cdot 1.000) + (0,40 \cdot 1.200) + (0,25 \cdot 1.500)$   
= 1.705

Años de vida esperados cirugía =  $(0,35 \cdot 20) + (0,40 \cdot 15) + (0,25 \cdot 10) = 15,5$

### Tratamiento farmacológico

Costos esperados tratamiento =  $300 + (0,10 \cdot 1.000) + (0,30 \cdot 1.200) + (0,60 \cdot 1.500) = 1.660$

Años de vida esperados del tratamiento =  $(0,10 \cdot 20) + (0,30 \cdot 15) + (0,60 \cdot 10) = 15$

Fuente: Drummond *et al* (2015).



## Valores esperados del ejemplo anterior

Costo incremental:

$$1.705 - 1.660 = 45$$

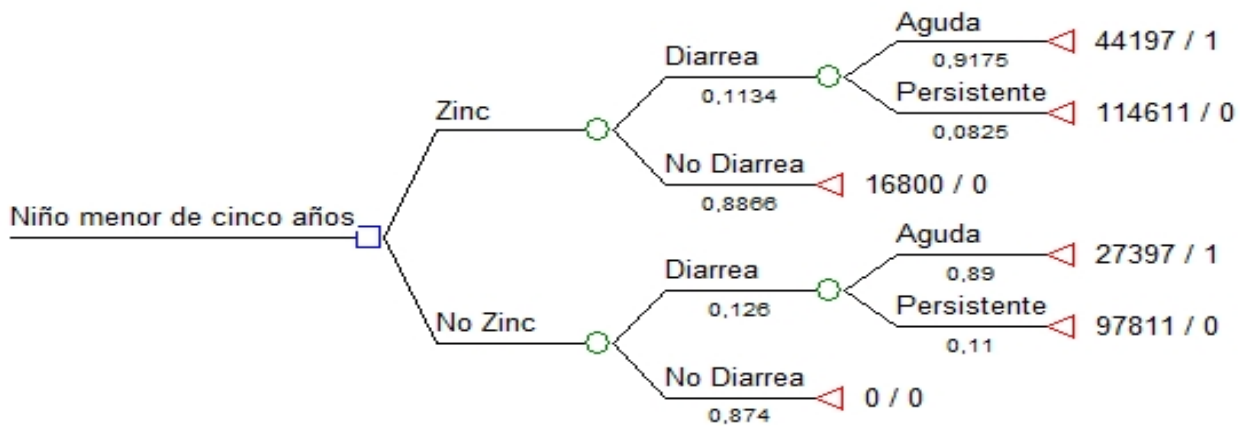
Efectividad incremental:

$$15,5 - 15 = 0,5$$

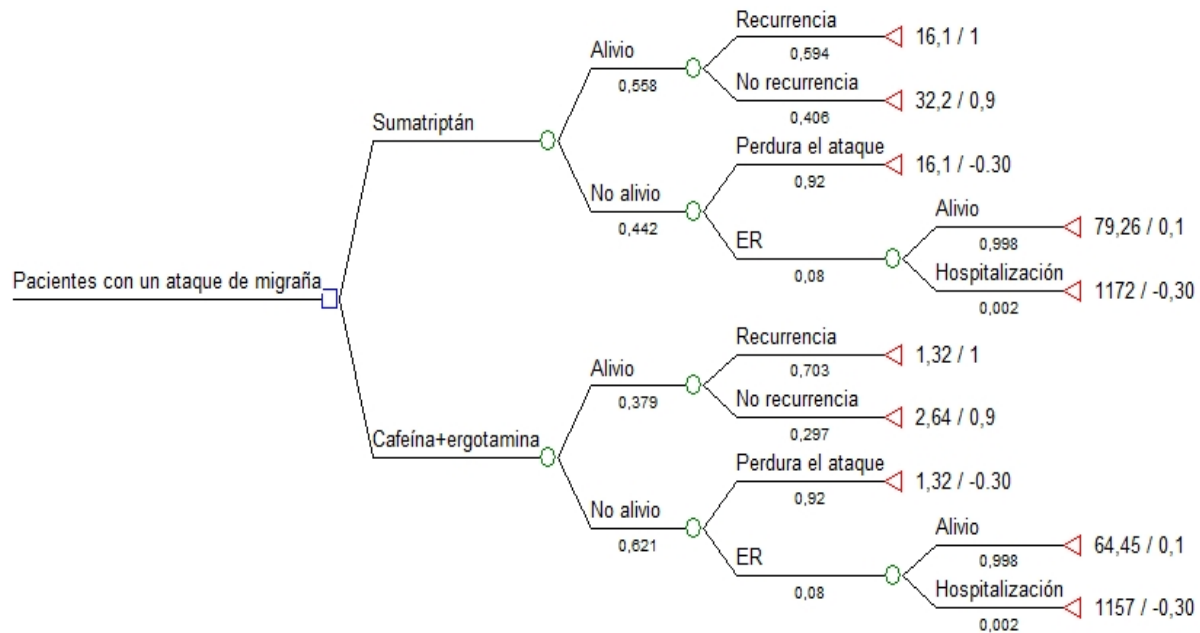
Relación Incremental de costo-efectividad:

90

Fuente: Drummond *et al* (2015).



Si la efectividad se mide como episodios de diarrea aguda, entonces se pone uno (1) al paciente que terminó en ese estado, y cero (0) en otro caso.



Si la efectividad se mide como los AVAC, se pone la ponderación de utilidad calculada para cada estado de salud.





## Los árboles de decisión

- Es relativamente fácil de hacer.
- No tiene en cuenta el tiempo explícitamente.
- Sirve para modelar el corto plazo (enfermedades agudas).
- Para el largo plazo puede volverse muy complicado su representación gráfica.

# Modelo balanceado

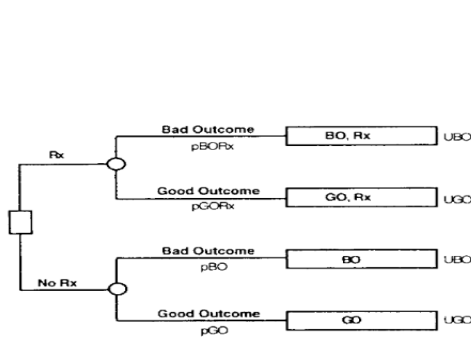


FIGURE 1A. Decision tree without balance.

$pBORx$  = probability of bad outcome with treatment  
 $pGORx$  = probability of good outcome with treatment  
 $pBO$  = probability of bad outcome without treatment  
 $pGO$  = probability of good outcome without treatment  
 $UBO$  = utility of bad outcome  
 $UGO$  = utility of good outcome

The bad outcome is blindness. The good outcome is no blindness.

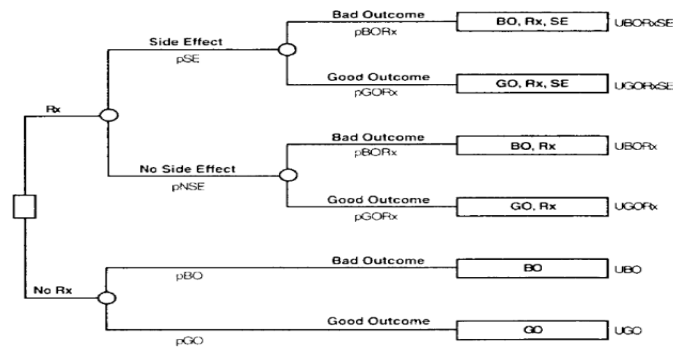


FIGURE 1B. Decision tree with balance.

$pSE$  = probability of side effect  
 $pNSE$  = probability of no side effect  
 $UBORxSE$  = utility of bad outcome after treatment and side effect  
 $UGORxSE$  = utility of good outcome after treatment and side effect  
 $UBORx$  = utility of bad outcome after treatment  
 $UGORx$  = utility of good outcome after treatment

The side effect is the side effect of long-term steroid treatment (e.g., hypertension, hyperglycemia, fluid retention, avascular necrosis).

Detsky AS, Naglie G, Krahn MD, Redelmeier DA, Naimark D. Primer on medical decision analysis: Part 2--Building a tree. Med Decis Making 1997 April;17(2):126-35.

## Dos ramas en cada nodo

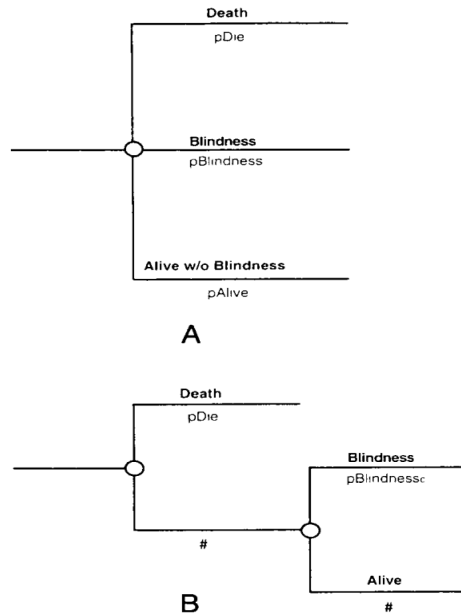


FIGURE 2. *A (above)*, chance node with three outcomes.

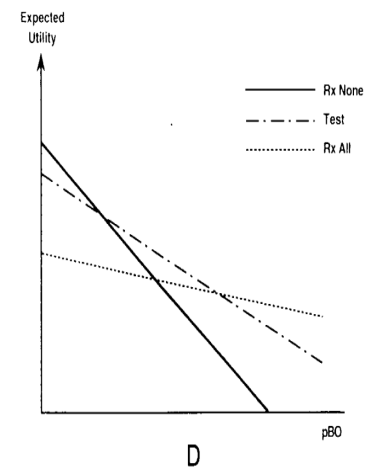
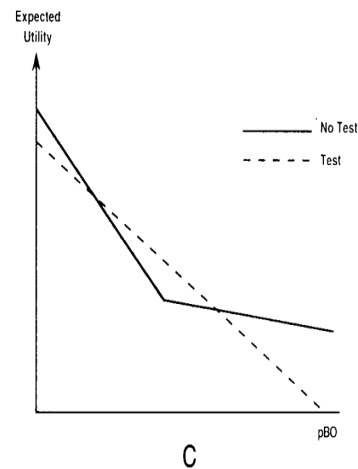
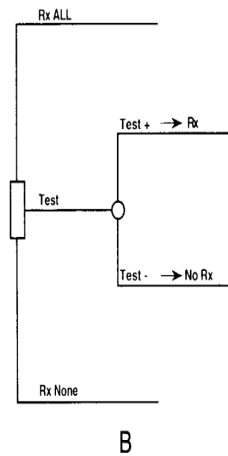
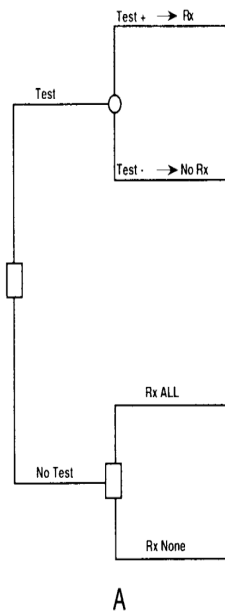
$p_{Die}$  = probability of dying  
 $p_{Blindness}$  = probability of blindness  
 $p_{Alive}$  = probability of being alive with blindness

*B (below)*, chance nodes with two outcomes.

$\#$  = complement probability (1 minus probability of the upper branches)  
 $p_{Blindness_c}$  = probability of blindness, conditional on being alive

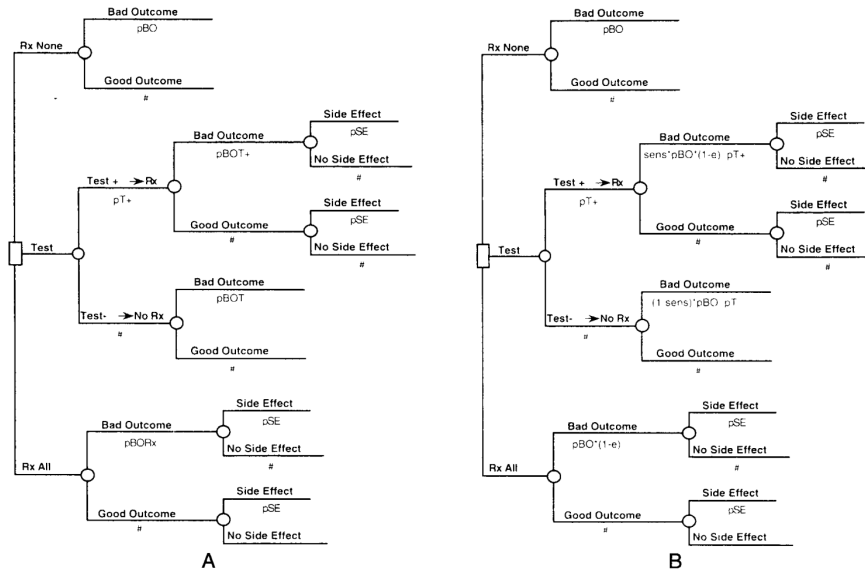
Detsky AS, Naglie G, Krahn MD, Redelmeier DA, Naimark D. Primer on medical decision analysis: Part 2--Building a tree. *Med Decis Making* 1997 April;17(2):126-35.

## No incrustar nodos de decisión después de los nodos de probabilidad



Detsky AS, Naglie G, Krahn MD, Redelmeier DA, Naimark D. Primer on medical decision analysis: Part 2--Building a tree. Med Decis Making 1997 April;17(2):126-35.

## Las ramas deben estar vinculadas



	Bad Outcome Will Occur	Bad Outcome Will Not Occur
Test +	$\text{sens} \times \text{pBO}$	$(1 - \text{spec}) \times (1 - \text{pBO})$
Test -	$(1 - \text{sens}) \times \text{pBO}$	$\text{spec} \times (1 - \text{pBO})$
	$\text{pBO}$	$(1 - \text{pBO})$

$\text{pT}+ = (\text{probability of positive test}) = [(\text{sens} \times \text{pBO}) + (1 - \text{spec}) \times (1 - \text{pBO})]$

$\text{pT}- = (\text{probability of negative test}) = [(1 - \text{sens}) \times \text{pBO} + (\text{spec}) \times (1 - \text{pBO})]$

$\text{sens} = \text{sensitivity of temporal artery biopsy}$

$\text{spec} = \text{specificity of temporal artery biopsy}$

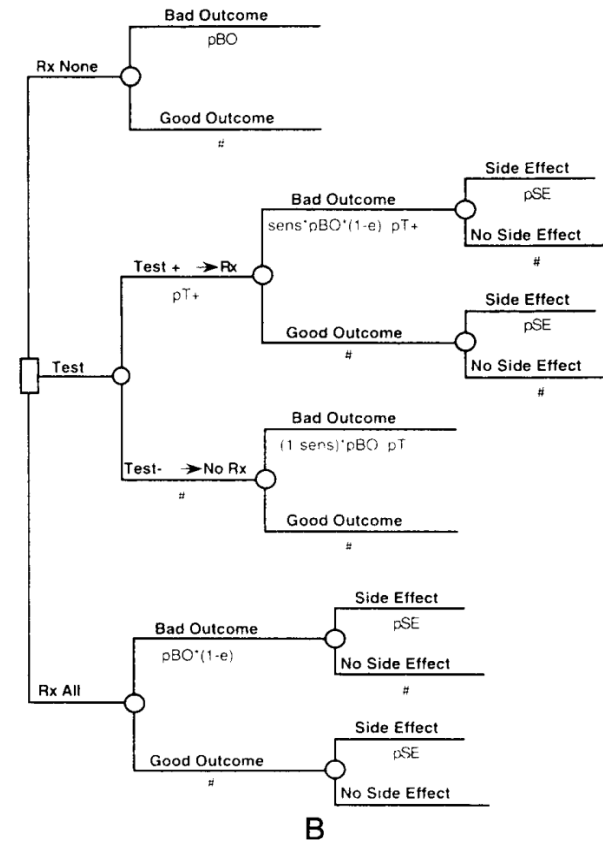
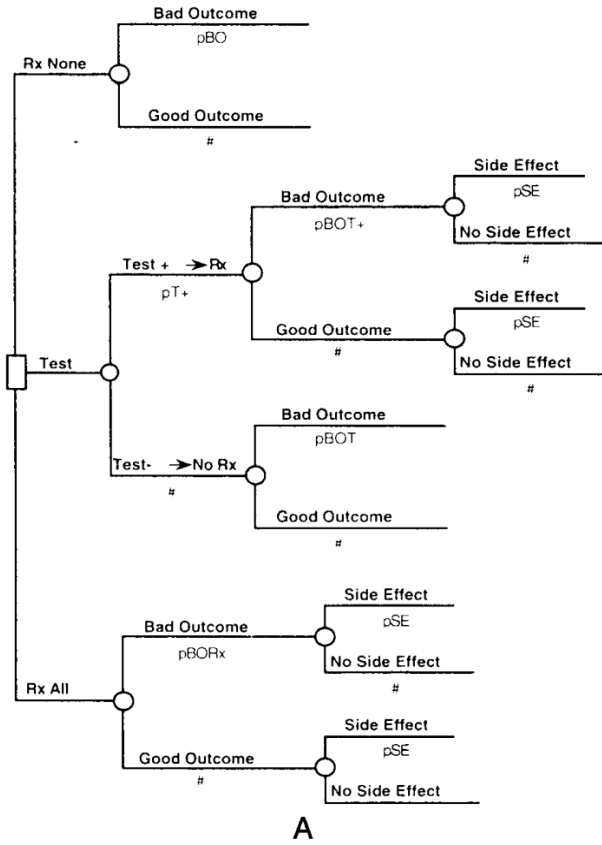
$\text{pBO} = \text{probability of bad outcome}$

$\text{Positive predictive value} = (\text{sens} \times \text{pBO}) \div \text{pT}+$

$\text{Probability of BO if test negative} = [(1 - \text{sens}) \times \text{pBO}] \div \text{pT}-$

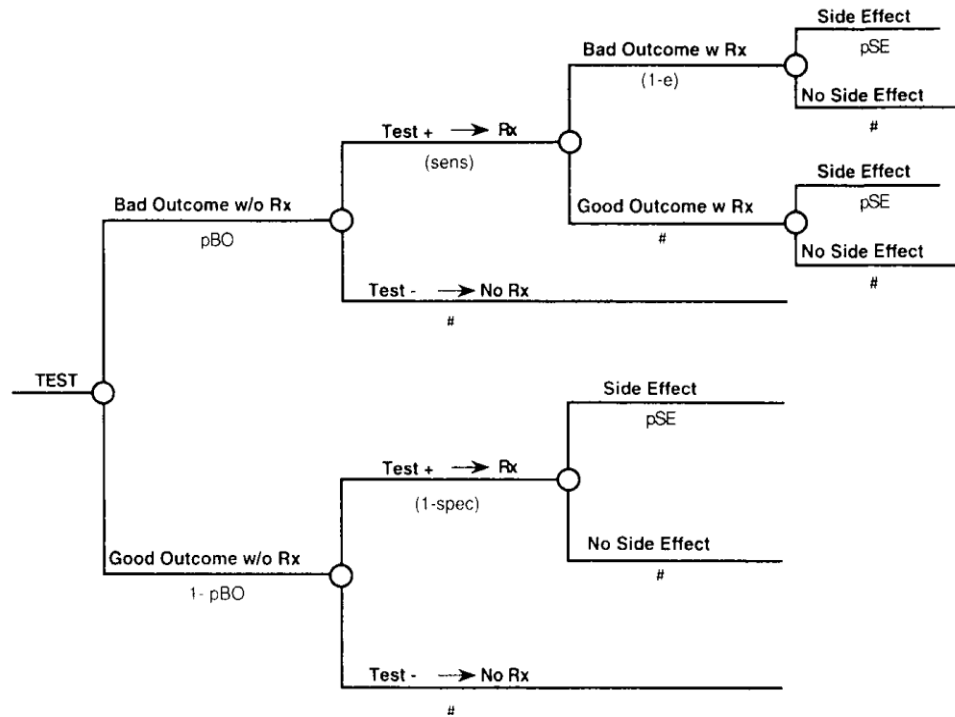
Detsky AS, Naglie G, Krahn MD, Redelmeier DA, Naimark D. Primer on medical decision analysis: Part 2--Building a tree. Med Decis Making 1997 April;17(2):126-35.

# Simetría



# El orden no importa

FIGURE 5. Reverse order of bad outcome and test result.



Detsky AS, Naglie G, Krahn MD, Redelmeier DA, Naimark D. Primer on medical decision analysis: Part 2--Building a tree. Med Decis Making 1997 April;17(2):126-35.

# Ejemplo

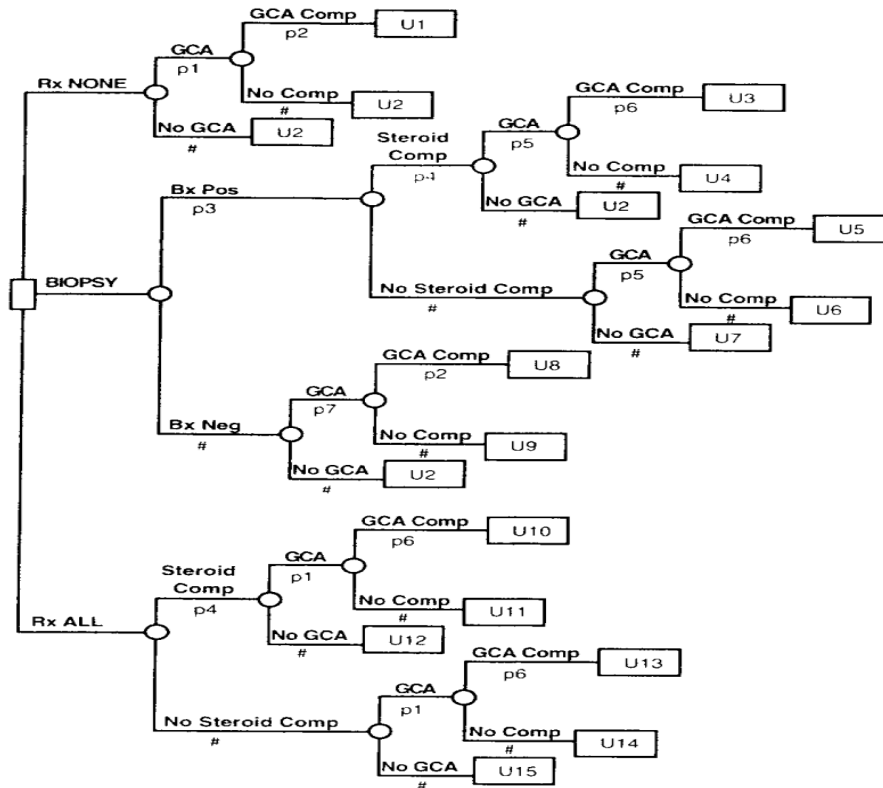


FIGURE 6. Strategies for patients with suspected temporal (giant cell) arteritis.

Detsky AS, Naglie G, Krahn MD, Redelmeier DA, Naimark D. Primer on medical decision analysis: Part 2--Building a tree. Med Decis Making 1997 April;17(2):126-35.

# Probabilidades y utilidades

**Table 1** • Example of Probability Table

Variable	Probability*	
	Baseline	Range
Probability of major complication of giant cell arteritis	0.12	0.05–0.40
Temporal artery biopsy		
Sensitivity	0.80	0.58–0.97
Specificity	1.00	0.90–1.00
Effectiveness of prednisone	0.89	0.69–1.00
Probability of major complication of prednisone use	0.19	0.05–0.40

\*Baseline probabilities are the averages of estimates from published studies; ranges are based on the highest and lowest estimates from published studies. The specific references for the probability estimates can be found in Buchbinder and Detsky.<sup>10</sup>

**Table 2** • Outcomes for Decision Options in the Management of Giant Cell Arteritis (GCA)

<b>Treat all</b>
No GCA, prednisone treatment
No GCA, prednisone treatment, major prednisone complication
GCA, prednisone treatment
GCA, prednisone treatment, major prednisone complication
GCA, prednisone treatment, major GCA complication
GCA, prednisone treatment, major prednisone complication, major GCA complication
<b>Treat none</b>
No GCA
GCA
GCA, major GCA complication
<b>Biopsy and treat positives</b>
<b>Biopsy positive</b>
No GCA, prednisone treatment, TA* biopsy
No GCA, prednisone treatment, major prednisone complication, TA biopsy
GCA, prednisone treatment, TA biopsy
GCA, prednisone treatment, major prednisone complication, TA biopsy
GCA, prednisone treatment, major GCA complication, TA biopsy
GCA, prednisone treatment, major prednisone complication, major GCA complication, TA biopsy
<b>Biopsy negative</b>
No GCA, TA biopsy
GCA, TA biopsy
GCA, major GCA complication, TA biopsy

\*TA = temporal artery.



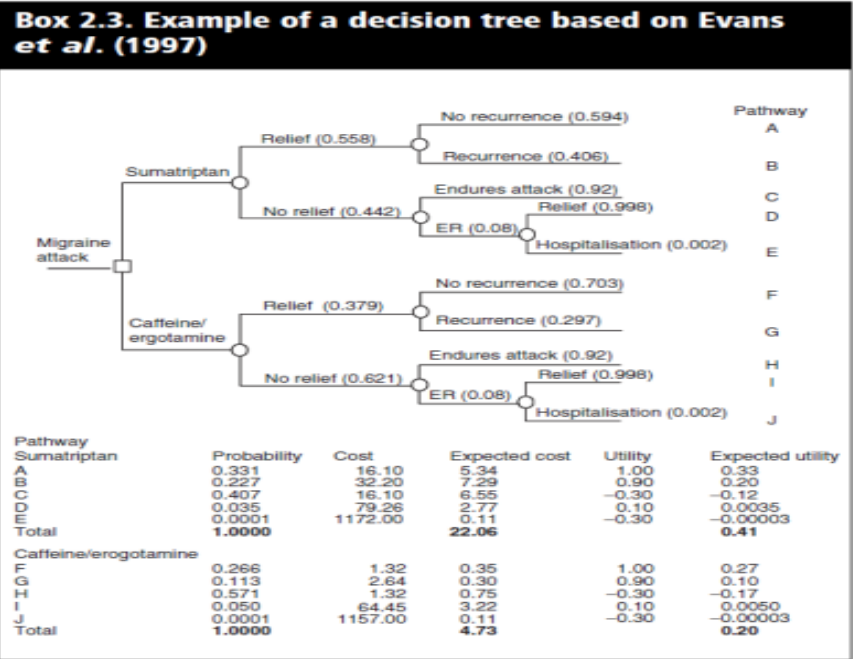
## Utilidades

**Table 3** • Utility Estimates for Giant Cell Arteritis (GCA)  
Decomposed Health States

Health State	Baseline Utility*	Range*
No GCA	1.00	
GCA symptoms	0.85	0.70–0.95
Major GCA complication	0.60	0.20–0.85
Prednisone treatment	0.97	0.90–1.00
Major prednisone complication	0.75	0.60–0.90
Temporal artery biopsy	0.995	0.97–1.00

\*Baseline utilities and ranges are based on consensus estimates of a group of expert physicians.

# Ejemplo



Briggs A et al. Key Aspects of Decision Modelling Evaluation. Oxford Press 2006