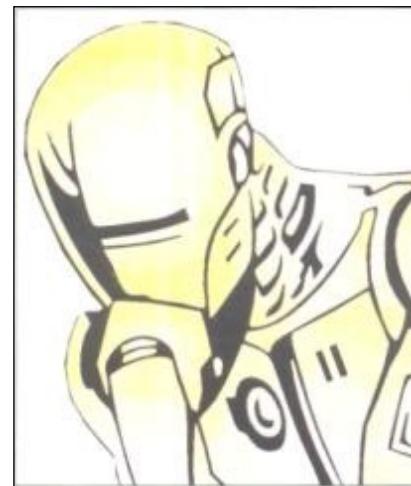


# Inteligencia Artificial

Oscar Bedoya

[oscar.bedoya@correounivalle.edu.co](mailto:oscar.bedoya@correounivalle.edu.co)

- \* Árboles de decisión
  - Índice Gini
  - Algoritmo *CART*
  - Ejemplos en *scikit-learn*



# Árboles de decisión

---

## Árboles de decisión

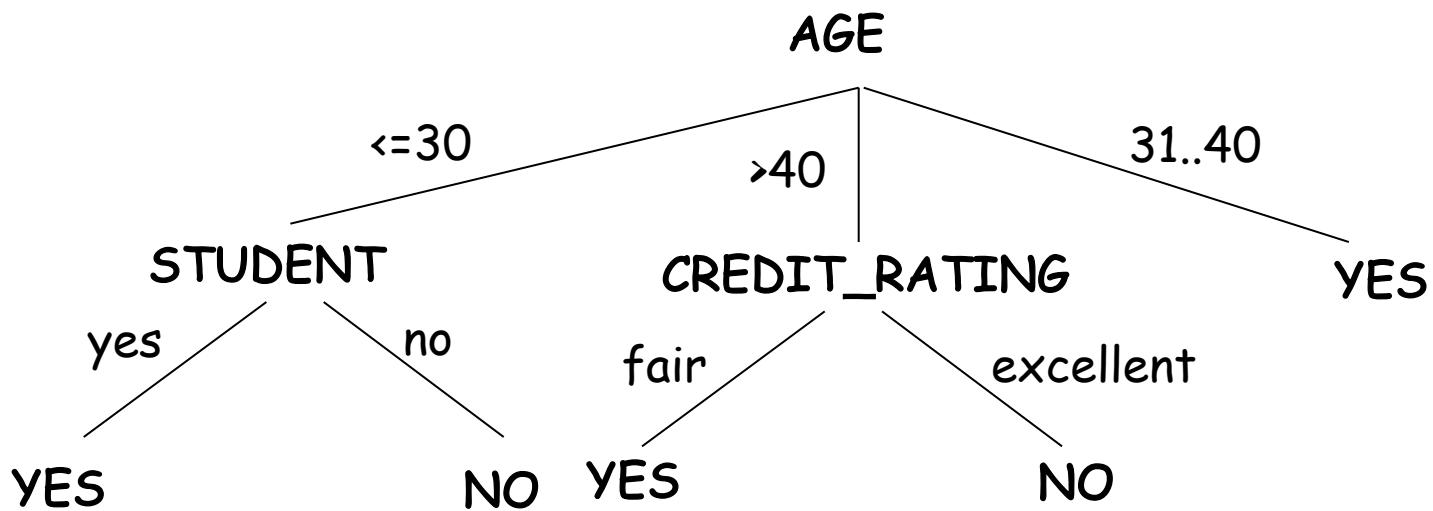
- Es una técnica de clasificación
- Los nodos hoja del árbol corresponden con la etiqueta de clase que se quiere predecir y se alcanzan después de pasar por las pruebas que se tienen en los nodos internos

# Árboles de decisión

---

age	income	student	credit_rating	buys_computer
<=30	high	no	fair	no
<=30	high	no	excellent	no
31...40	high	no	fair	yes
>40	medium	no	fair	yes
>40	low	yes	fair	yes
>40	low	yes	excellent	no
31...40	low	yes	excellent	yes
<=30	medium	no	fair	no
<=30	low	yes	fair	yes
>40	medium	yes	fair	yes
<=30	medium	yes	excellent	yes
31...40	medium	no	excellent	yes
31...40	high	yes	fair	yes
>40	medium	no	excellent	no

# Árboles de decisión



# Árboles de decisión

---

## Algoritmo CART (*Classification and Regression Trees*)

Se basa en seleccionar el atributo que genera particiones más homogéneas en el conjunto de datos usando el índice Gini

# Árboles de decisión

---

## Índice Gini

Mide el grado de impureza de un nodo. Si un nodo tiene un índice Gini igual a cero se considera un nodo puro (de una misma clase). Entre mayor sea el índice Gini más heterogéneos son los datos que pertenecen a dicho nodo

# Árboles de decisión

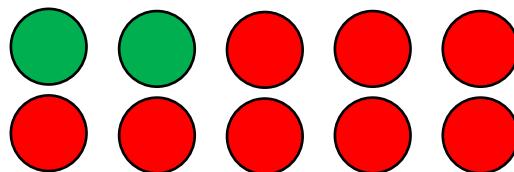
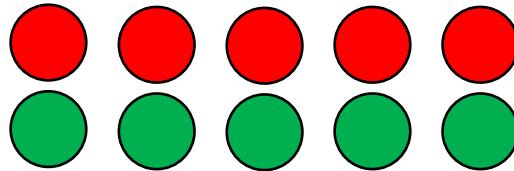
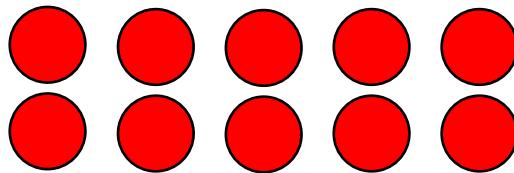
---

Índice Gini =  $1 - (\text{probabilidad clase 1})^2 - (\text{probabilidad clase 2})^2$

# Árboles de decisión

---

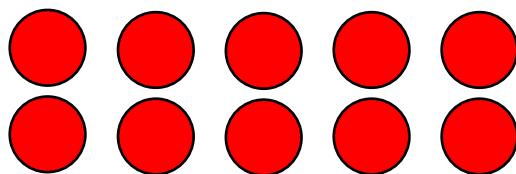
Índice Gini =  $1 - (\text{probabilidad clase 1})^2 - (\text{probabilidad clase 2})^2$



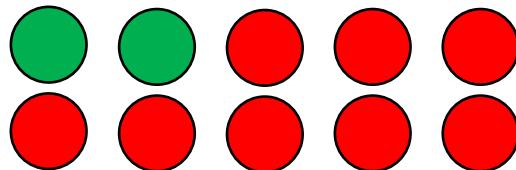
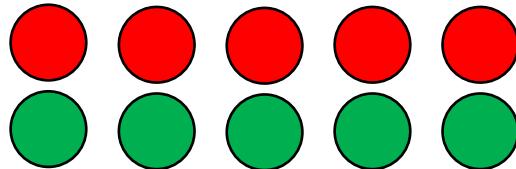
# Árboles de decisión

---

Índice Gini =  $1 - (\text{probabilidad clase 1})^2 - (\text{probabilidad clase 2})^2$



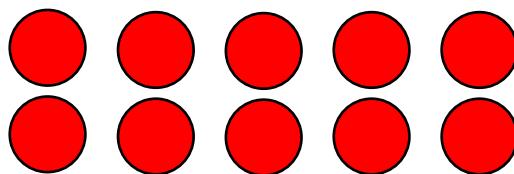
$$\begin{aligned}\text{Índice Gini} &= 1 - (10/10)^2 - (0/10)^2 \\ &= 1 - 1^2 - 0^2 \\ &= 0\end{aligned}$$



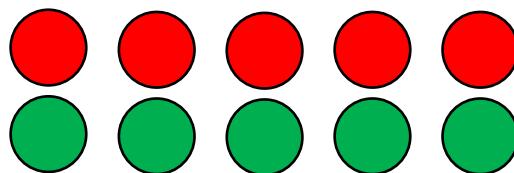
# Árboles de decisión

---

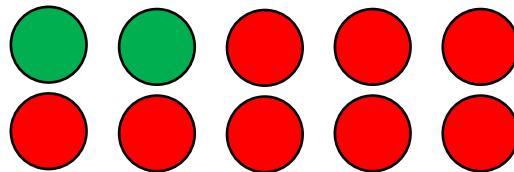
Índice Gini =  $1 - (\text{probabilidad clase 1})^2 - (\text{probabilidad clase 2})^2$



$$\begin{aligned}\text{Índice Gini} &= 1 - (10/10)^2 - (0/10)^2 \\ &= 1 - 1^2 - 0^2 \\ &= 0\end{aligned}$$



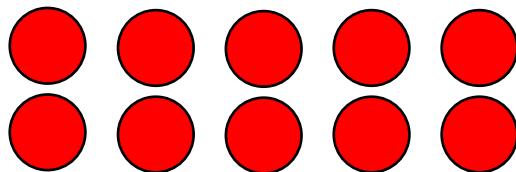
$$\begin{aligned}\text{Índice Gini} &= 1 - (5/10)^2 - (5/10)^2 \\ &= 1 - 0.25 - 0.25 \\ &= 0.5\end{aligned}$$



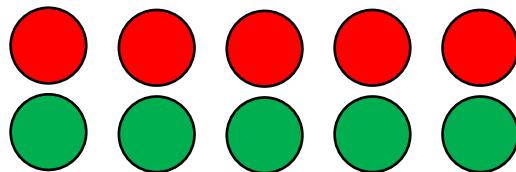
# Árboles de decisión

---

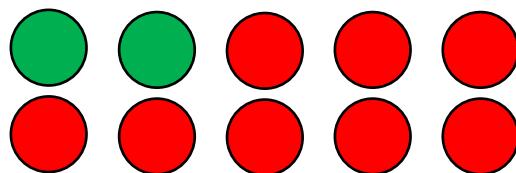
Índice Gini =  $1 - (\text{probabilidad clase 1})^2 - (\text{probabilidad clase 2})^2$



$$\begin{aligned}\text{Índice Gini} &= 1 - (10/10)^2 - (0/10)^2 \\ &= 1 - 1^2 - 0^2 \\ &= 0\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\text{Índice Gini} &= 1 - (5/10)^2 - (5/10)^2 \\ &= 1 - 0.25 - 0.25 \\ &= 0.5\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\text{Índice Gini} &= 1 - (8/10)^2 - (2/10)^2 \\ &= 1 - 0.64 - 0.04 \\ &= 0.32\end{aligned}$$

# Árboles de decisión

---

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Soleado	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Soleado	Caluroso	Alta	Fuerte	No
3	Nublado	Caluroso	Alta	Débil	Sí
4	Lluvioso	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Lluvioso	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Lluvioso	Frío	Normal	Fuerte	No
7	Nublado	Frío	Normal	Fuerte	Sí
8	Soleado	Templado	Alta	Débil	No
9	Soleado	Frío	Normal	Débil	Sí
10	Lluvioso	Templado	Normal	Débil	Sí
11	Soleado	Templado	Normal	Fuerte	Sí
12	Nublado	Templado	Alta	Fuerte	Sí
13	Nublado	Caluroso	Normal	Débil	Sí
14	Lluvioso	Templado	Alta	Fuerte	No

Panorama	Sí	No	Instancias
Soleado			
Nublado			
Lluvioso			

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso			
Frío			
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Panorama	Sí	No	Instancias
Soleado			
Nublado			
Lluvioso			

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso			
Frío			
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Soleado	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Soleado	Caluroso	Alta	Fuerte	No
3	Nublado	Caluroso	Alta	Débil	Sí
4	Lluvioso	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Lluvioso	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Lluvioso	Frío	Normal	Fuerte	No
7	Nublado	Frío	Normal	Fuerte	Sí
8	Soleado	Templado	Alta	Débil	No
9	Soleado	Frío	Normal	Débil	Sí
10	Lluvioso	Templado	Normal	Débil	Sí
11	Soleado	Templado	Normal	Fuerte	Sí
12	Nublado	Templado	Alta	Fuerte	Sí
13	Nublado	Caluroso	Normal	Débil	Sí
14	Lluvioso	Templado	Alta	Fuerte	No

Panorama	Sí	No	Instancias
Soleado			
Nublado			
Lluvioso			

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso			
Frío			
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Soleado	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Soleado	Caluroso	Alta	Fuerte	No
3	Nublado	Caluroso	Alta	Débil	Sí
4	Lluvioso	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Lluvioso	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Lluvioso	Frío	Normal	Fuerte	No
7	Nublado	Frío	Normal	Fuerte	Sí
8	Soleado	Templado	Alta	Débil	No
9	Soleado	Frío	Normal	Débil	Sí
10	Lluvioso	Templado	Normal	Débil	Sí
11	Soleado	Templado	Normal	Fuerte	Sí
12	Nublado	Templado	Alta	Fuerte	Sí
13	Nublado	Caluroso	Normal	Débil	Sí
14	Lluvioso	Templado	Alta	Fuerte	No

Panorama	Sí	No	Instancias
Soleado			5
Nublado			
Lluvioso			

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso			
Frío			
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Soleado	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Soleado	Caluroso	Alta	Fuerte	No
3	Nublado	Caluroso	Alta	Débil	Sí
4	Lluvioso	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Lluvioso	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Lluvioso	Frío	Normal	Fuerte	No
7	Nublado	Frío	Normal	Fuerte	Sí
8	Soleado	Templado	Alta	Débil	No
9	Soleado	Frío	Normal	Débil	Sí
10	Lluvioso	Templado	Normal	Débil	Sí
11	Soleado	Templado	Normal	Fuerte	Sí
12	Nublado	Templado	Alta	Fuerte	Sí
13	Nublado	Caluroso	Normal	Débil	Sí
14	Lluvioso	Templado	Alta	Fuerte	No

Panorama	Sí	No	Instancias
Soleado			5
Nublado			
Lluvioso			

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso			
Frío			
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Soleado	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Soleado	Caluroso	Alta	Fuerte	No
3	Nublado	Caluroso	Alta	Débil	Sí
4	Lluvioso	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Lluvioso	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Lluvioso	Frío	Normal	Fuerte	No
7	Nublado	Frío	Normal	Fuerte	Sí
8	Soleado	Templado	Alta	Débil	No
9	Soleado	Frío	Normal	Débil	Sí
10	Lluvioso	Templado	Normal	Débil	Sí
11	Soleado	Templado	Normal	Fuerte	Sí
12	Nublado	Templado	Alta	Fuerte	Sí
13	Nublado	Caluroso	Normal	Débil	Sí
14	Lluvioso	Templado	Alta	Fuerte	No

Panorama	Sí	No	Instancias
Soleado	2	3	5
Nublado			
Lluvioso			

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso			
Frío			
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Soleado	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Soleado	Caluroso	Alta	Fuerte	No
3	Nublado	Caluroso	Alta	Débil	Sí
4	Lluvioso	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Lluvioso	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Lluvioso	Frío	Normal	Fuerte	No
7	Nublado	Frío	Normal	Fuerte	Sí
8	Soleado	Templado	Alta	Débil	No
9	Soleado	Frío	Normal	Débil	Sí
10	Lluvioso	Templado	Normal	Débil	Sí
11	Soleado	Templado	Normal	Fuerte	Sí
12	Nublado	Templado	Alta	Fuerte	Sí
13	Nublado	Caluroso	Normal	Débil	Sí
14	Lluvioso	Templado	Alta	Fuerte	No

Panorama	Sí	No	Instancias
Soleado	2	3	5
Nublado			
Lluvioso			

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso			
Frío			
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Soleado	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Soleado	Caluroso	Alta	Fuerte	No
3	Nublado	Caluroso	Alta	Débil	Sí
4	Lluvioso	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Lluvioso	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Lluvioso	Frío	Normal	Fuerte	No
7	Nublado	Frío	Normal	Fuerte	Sí
8	Soleado	Templado	Alta	Débil	No
9	Soleado	Frío	Normal	Débil	Sí
10	Lluvioso	Templado	Normal	Débil	Sí
11	Soleado	Templado	Normal	Fuerte	Sí
12	Nublado	Templado	Alta	Fuerte	Sí
13	Nublado	Caluroso	Normal	Débil	Sí
14	Lluvioso	Templado	Alta	Fuerte	No

Panorama	Sí	No	Instancias
Soleado	2	3	5
Nublado			4
Lluvioso			

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso			
Frío			
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Soleado	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Soleado	Caluroso	Alta	Fuerte	No
3	Nublado	Caluroso	Alta	Débil	Sí
4	Lluvioso	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Lluvioso	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Lluvioso	Frío	Normal	Fuerte	No
7	Nublado	Frío	Normal	Fuerte	Sí
8	Soleado	Templado	Alta	Débil	No
9	Soleado	Frío	Normal	Débil	Sí
10	Lluvioso	Templado	Normal	Débil	Sí
11	Soleado	Templado	Normal	Fuerte	Sí
12	Nublado	Templado	Alta	Fuerte	Sí
13	Nublado	Caluroso	Normal	Débil	Sí
14	Lluvioso	Templado	Alta	Fuerte	No

Panorama	Sí	No	Instancias
Soleado	2	3	5
Nublado			4
Lluvioso			

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso			
Frío			
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Soleado	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Soleado	Caluroso	Alta	Fuerte	No
3	Nublado	Caluroso	Alta	Débil	Sí
4	Lluvioso	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Lluvioso	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Lluvioso	Frío	Normal	Fuerte	No
7	Nublado	Frío	Normal	Fuerte	Sí
8	Soleado	Templado	Alta	Débil	No
9	Soleado	Frío	Normal	Débil	Sí
10	Lluvioso	Templado	Normal	Débil	Sí
11	Soleado	Templado	Normal	Fuerte	Sí
12	Nublado	Templado	Alta	Fuerte	Sí
13	Nublado	Caluroso	Normal	Débil	Sí
14	Lluvioso	Templado	Alta	Fuerte	No

Panorama	Sí	No	Instancias
Soleado	2	3	5
Nublado	4	0	4
Lluvioso			

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso			
Frío			
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Soleado	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Soleado	Caluroso	Alta	Fuerte	No
3	Nublado	Caluroso	Alta	Débil	Sí
4	Lluvioso	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Lluvioso	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Lluvioso	Frío	Normal	Fuerte	No
7	Nublado	Frío	Normal	Fuerte	Sí
8	Soleado	Templado	Alta	Débil	No
9	Soleado	Frío	Normal	Débil	Sí
10	Lluvioso	Templado	Normal	Débil	Sí
11	Soleado	Templado	Normal	Fuerte	Sí
12	Nublado	Templado	Alta	Fuerte	Sí
13	Nublado	Caluroso	Normal	Débil	Sí
14	Lluvioso	Templado	Alta	Fuerte	No

Panorama	Sí	No	Instancias
Soleado	2	3	5
Nublado	4	0	4
Lluvioso			

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso			
Frío			
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Soleado	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Soleado	Caluroso	Alta	Fuerte	No
3	Nublado	Caluroso	Alta	Débil	Sí
4	Lluvioso	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Lluvioso	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Lluvioso	Frío	Normal	Fuerte	No
7	Nublado	Frío	Normal	Fuerte	Sí
8	Soleado	Templado	Alta	Débil	No
9	Soleado	Frío	Normal	Débil	Sí
10	Lluvioso	Templado	Normal	Débil	Sí
11	Soleado	Templado	Normal	Fuerte	Sí
12	Nublado	Templado	Alta	Fuerte	Sí
13	Nublado	Caluroso	Normal	Débil	Sí
14	Lluvioso	Templado	Alta	Fuerte	No

Panorama	Sí	No	Instancias
Soleado	2	3	5
Nublado	4	0	4
Lluvioso			5

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso			
Frío			
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Soleado	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Soleado	Caluroso	Alta	Fuerte	No
3	Nublado	Caluroso	Alta	Débil	Sí
4	Lluvioso	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Lluvioso	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Lluvioso	Frío	Normal	Fuerte	No
7	Nublado	Frío	Normal	Fuerte	Sí
8	Soleado	Templado	Alta	Débil	No
9	Soleado	Frío	Normal	Débil	Sí
10	Lluvioso	Templado	Normal	Débil	Sí
11	Soleado	Templado	Normal	Fuerte	Sí
12	Nublado	Templado	Alta	Fuerte	Sí
13	Nublado	Caluroso	Normal	Débil	Sí
14	Lluvioso	Templado	Alta	Fuerte	No

Panorama	Sí	No	Instancias
Soleado	2	3	5
Nublado	4	0	4
Lluvioso			5

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso			
Frío			
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Soleado	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Soleado	Caluroso	Alta	Fuerte	No
3	Nublado	Caluroso	Alta	Débil	Sí
4	Lluvioso	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Lluvioso	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Lluvioso	Frío	Normal	Fuerte	No
7	Nublado	Frío	Normal	Fuerte	Sí
8	Soleado	Templado	Alta	Débil	No
9	Soleado	Frío	Normal	Débil	Sí
10	Lluvioso	Templado	Normal	Débil	Sí
11	Soleado	Templado	Normal	Fuerte	Sí
12	Nublado	Templado	Alta	Fuerte	Sí
13	Nublado	Caluroso	Normal	Débil	Sí
14	Lluvioso	Templado	Alta	Fuerte	No

Panorama	Sí	No	Instancias
Soleado	2	3	5
Nublado	4	0	4
Lluvioso	3	2	5

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso			
Frío			
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Soleado	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Soleado	Caluroso	Alta	Fuerte	No
3	Nublado	Caluroso	Alta	Débil	Sí
4	Lluvioso	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Lluvioso	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Lluvioso	Frío	Normal	Fuerte	No
7	Nublado	Frío	Normal	Fuerte	Sí
8	Soleado	Templado	Alta	Débil	No
9	Soleado	Frío	Normal	Débil	Sí
10	Lluvioso	Templado	Normal	Débil	Sí
11	Soleado	Templado	Normal	Fuerte	Sí
12	Nublado	Templado	Alta	Fuerte	Sí
13	Nublado	Caluroso	Normal	Débil	Sí
14	Lluvioso	Templado	Alta	Fuerte	No

Panorama	Sí	No	Instancias
Soleado	2	3	5
Nublado	4	0	4
Lluvioso	3	2	5

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso			
Frío			
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Soleado	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Soleado	Caluroso	Alta	Fuerte	No
3	Nublado	Caluroso	Alta	Débil	Sí
4	Lluvioso	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Lluvioso	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Lluvioso	Frío	Normal	Fuerte	No
7	Nublado	Frío	Normal	Fuerte	Sí
8	Soleado	Templado	Alta	Débil	No
9	Soleado	Frío	Normal	Débil	Sí
10	Lluvioso	Templado	Normal	Débil	Sí
11	Soleado	Templado	Normal	Fuerte	Sí
12	Nublado	Templado	Alta	Fuerte	Sí
13	Nublado	Caluroso	Normal	Débil	Sí
14	Lluvioso	Templado	Alta	Fuerte	No

Panorama	Sí	No	Instancias
Soleado	2	3	5
Nublado	4	0	4
Lluvioso	3	2	5

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso			
Frío			
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Soleado	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Soleado	Caluroso	Alta	Fuerte	No
3	Nublado	Caluroso	Alta	Débil	Sí
4	Lluvioso	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Lluvioso	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Lluvioso	Frío	Normal	Fuerte	No
7	Nublado	Frío	Normal	Fuerte	Sí
8	Soleado	Templado	Alta	Débil	No
9	Soleado	Frío	Normal	Débil	Sí
10	Lluvioso	Templado	Normal	Débil	Sí
11	Soleado	Templado	Normal	Fuerte	Sí
12	Nublado	Templado	Alta	Fuerte	Sí
13	Nublado	Caluroso	Normal	Débil	Sí
14	Lluvioso	Templado	Alta	Fuerte	No

Panorama	Sí	No	Instancias
Soleado	2	3	5
Nublado	4	0	4
Lluvioso	3	2	5

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso			4
Frío			
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Soleado	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Soleado	Caluroso	Alta	Fuerte	No
3	Nublado	Caluroso	Alta	Débil	Sí
4	Lluvioso	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Lluvioso	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Lluvioso	Frío	Normal	Fuerte	No
7	Nublado	Frío	Normal	Fuerte	Sí
8	Soleado	Templado	Alta	Débil	No
9	Soleado	Frío	Normal	Débil	Sí
10	Lluvioso	Templado	Normal	Débil	Sí
11	Soleado	Templado	Normal	Fuerte	Sí
12	Nublado	Templado	Alta	Fuerte	Sí
13	Nublado	Caluroso	Normal	Débil	Sí
14	Lluvioso	Templado	Alta	Fuerte	No

Panorama	Sí	No	Instancias
Soleado	2	3	5
Nublado	4	0	4
Lluvioso	3	2	5

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso			4
Frío			
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Soleado	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Soleado	Caluroso	Alta	Fuerte	No
3	Nublado	Caluroso	Alta	Débil	Sí
4	Lluvioso	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Lluvioso	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Lluvioso	Frío	Normal	Fuerte	No
7	Nublado	Frío	Normal	Fuerte	Sí
8	Soleado	Templado	Alta	Débil	No
9	Soleado	Frío	Normal	Débil	Sí
10	Lluvioso	Templado	Normal	Débil	Sí
11	Soleado	Templado	Normal	Fuerte	Sí
12	Nublado	Templado	Alta	Fuerte	Sí
13	Nublado	Caluroso	Normal	Débil	Sí
14	Lluvioso	Templado	Alta	Fuerte	No

Panorama	Sí	No	Instancias
Soleado	2	3	5
Nublado	4	0	4
Lluvioso	3	2	5

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	2	2	4
Frío			
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Soleado	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Soleado	Caluroso	Alta	Fuerte	No
3	Nublado	Caluroso	Alta	Débil	Sí
4	Lluvioso	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Lluvioso	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Lluvioso	Frío	Normal	Fuerte	No
7	Nublado	Frío	Normal	Fuerte	Sí
8	Soleado	Templado	Alta	Débil	No
9	Soleado	Frío	Normal	Débil	Sí
10	Lluvioso	Templado	Normal	Débil	Sí
11	Soleado	Templado	Normal	Fuerte	Sí
12	Nublado	Templado	Alta	Fuerte	Sí
13	Nublado	Caluroso	Normal	Débil	Sí
14	Lluvioso	Templado	Alta	Fuerte	No

Panorama	Sí	No	Instancias
Soleado	2	3	5
Nublado	4	0	4
Lluvioso	3	2	5

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	2	2	4
Frío			
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Soleado	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Soleado	Caluroso	Alta	Fuerte	No
3	Nublado	Caluroso	Alta	Débil	Sí
4	Lluvioso	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Lluvioso	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Lluvioso	Frío	Normal	Fuerte	No
7	Nublado	Frío	Normal	Fuerte	Sí
8	Soleado	Templado	Alta	Débil	No
9	Soleado	Frío	Normal	Débil	Sí
10	Lluvioso	Templado	Normal	Débil	Sí
11	Soleado	Templado	Normal	Fuerte	Sí
12	Nublado	Templado	Alta	Fuerte	Sí
13	Nublado	Caluroso	Normal	Débil	Sí
14	Lluvioso	Templado	Alta	Fuerte	No

Panorama	Sí	No	Instancias
Soleado	2	3	5
Nublado	4	0	4
Lluvioso	3	2	5

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	2	2	4
Frío			4
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Soleado	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Soleado	Caluroso	Alta	Fuerte	No
3	Nublado	Caluroso	Alta	Débil	Sí
4	Lluvioso	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Lluvioso	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Lluvioso	Frío	Normal	Fuerte	No
7	Nublado	Frío	Normal	Fuerte	Sí
8	Soleado	Templado	Alta	Débil	No
9	Soleado	Frío	Normal	Débil	Sí
10	Lluvioso	Templado	Normal	Débil	Sí
11	Soleado	Templado	Normal	Fuerte	Sí
12	Nublado	Templado	Alta	Fuerte	Sí
13	Nublado	Caluroso	Normal	Débil	Sí
14	Lluvioso	Templado	Alta	Fuerte	No

Panorama	Sí	No	Instancias
Soleado	2	3	5
Nublado	4	0	4
Lluvioso	3	2	5

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	2	2	4
Frío			4
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Soleado	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Soleado	Caluroso	Alta	Fuerte	No
3	Nublado	Caluroso	Alta	Débil	Sí
4	Lluvioso	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Lluvioso	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Lluvioso	Frío	Normal	Fuerte	No
7	Nublado	Frío	Normal	Fuerte	Sí
8	Soleado	Templado	Alta	Débil	No
9	Soleado	Frío	Normal	Débil	Sí
10	Lluvioso	Templado	Normal	Débil	Sí
11	Soleado	Templado	Normal	Fuerte	Sí
12	Nublado	Templado	Alta	Fuerte	Sí
13	Nublado	Caluroso	Normal	Débil	Sí
14	Lluvioso	Templado	Alta	Fuerte	No

Panorama	Sí	No	Instancias
Soleado	2	3	5
Nublado	4	0	4
Lluvioso	3	2	5

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	2	2	4
Frío	3	1	4
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Soleado	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Soleado	Caluroso	Alta	Fuerte	No
3	Nublado	Caluroso	Alta	Débil	Sí
4	Lluvioso	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Lluvioso	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Lluvioso	Frío	Normal	Fuerte	No
7	Nublado	Frío	Normal	Fuerte	Sí
8	Soleado	Templado	Alta	Débil	No
9	Soleado	Frío	Normal	Débil	Sí
10	Lluvioso	Templado	Normal	Débil	Sí
11	Soleado	Templado	Normal	Fuerte	Sí
12	Nublado	Templado	Alta	Fuerte	Sí
13	Nublado	Caluroso	Normal	Débil	Sí
14	Lluvioso	Templado	Alta	Fuerte	No

Panorama	Sí	No	Instancias
Soleado	2	3	5
Nublado	4	0	4
Lluvioso	3	2	5

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	2	2	4
Frío	3	1	4
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Soleado	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Soleado	Caluroso	Alta	Fuerte	No
3	Nublado	Caluroso	Alta	Débil	Sí
4	Lluvioso	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Lluvioso	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Lluvioso	Frío	Normal	Fuerte	No
7	Nublado	Frío	Normal	Fuerte	Sí
8	Soleado	Templado	Alta	Débil	No
9	Soleado	Frío	Normal	Débil	Sí
10	Lluvioso	Templado	Normal	Débil	Sí
11	Soleado	Templado	Normal	Fuerte	Sí
12	Nublado	Templado	Alta	Fuerte	Sí
13	Nublado	Caluroso	Normal	Débil	Sí
14	Lluvioso	Templado	Alta	Fuerte	No

Panorama	Sí	No	Instancias
Soleado	2	3	5
Nublado	4	0	4
Lluvioso	3	2	5

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	2	2	4
Frío	3	1	4
Templado			6

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Soleado	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Soleado	Caluroso	Alta	Fuerte	No
3	Nublado	Caluroso	Alta	Débil	Sí
4	Lluvioso	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Lluvioso	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Lluvioso	Frío	Normal	Fuerte	No
7	Nublado	Frío	Normal	Fuerte	Sí
8	Soleado	Templado	Alta	Débil	No
9	Soleado	Frío	Normal	Débil	Sí
10	Lluvioso	Templado	Normal	Débil	Sí
11	Soleado	Templado	Normal	Fuerte	Sí
12	Nublado	Templado	Alta	Fuerte	Sí
13	Nublado	Caluroso	Normal	Débil	Sí
14	Lluvioso	Templado	Alta	Fuerte	No

Panorama	Sí	No	Instancias
Soleado	2	3	5
Nublado	4	0	4
Lluvioso	3	2	5

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	2	2	4
Frío	3	1	4
Templado	4	2	6

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Soleado	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Soleado	Caluroso	Alta	Fuerte	No
3	Nublado	Caluroso	Alta	Débil	Sí
4	Lluvioso	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Lluvioso	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Lluvioso	Frío	Normal	Fuerte	No
7	Nublado	Frío	Normal	Fuerte	Sí
8	Soleado	Templado	Alta	Débil	No
9	Soleado	Frío	Normal	Débil	Sí
10	Lluvioso	Templado	Normal	Débil	Sí
11	Soleado	Templado	Normal	Fuerte	Sí
12	Nublado	Templado	Alta	Fuerte	Sí
13	Nublado	Caluroso	Normal	Débil	Sí
14	Lluvioso	Templado	Alta	Fuerte	No

Panorama	Sí	No	Instancias
Soleado	2	3	5
Nublado	4	0	4
Lluvioso	3	2	5

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	2	2	4
Frío	3	1	4
Templado	4	2	6

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Soleado	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Soleado	Caluroso	Alta	Fuerte	No
3	Nublado	Caluroso	Alta	Débil	Sí
4	Lluvioso	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Lluvioso	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Lluvioso	Frío	Normal	Fuerte	No
7	Nublado	Frío	Normal	Fuerte	Sí
8	Soleado	Templado	Alta	Débil	No
9	Soleado	Frío	Normal	Débil	Sí
10	Lluvioso	Templado	Normal	Débil	Sí
11	Soleado	Templado	Normal	Fuerte	Sí
12	Nublado	Templado	Alta	Fuerte	Sí
13	Nublado	Caluroso	Normal	Débil	Sí
14	Lluvioso	Templado	Alta	Fuerte	No

Panorama	Sí	No	Instancias
Soleado	2	3	5
Nublado	4	0	4
Lluvioso	3	2	5

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	2	2	4
Frío	3	1	4
Templado	4	2	6

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Soleado	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Soleado	Caluroso	Alta	Fuerte	No
3	Nublado	Caluroso	Alta	Débil	Sí
4	Lluvioso	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Lluvioso	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Lluvioso	Frío	Normal	Fuerte	No
7	Nublado	Frío	Normal	Fuerte	Sí
8	Soleado	Templado	Alta	Débil	No
9	Soleado	Frío	Normal	Débil	Sí
10	Lluvioso	Templado	Normal	Débil	Sí
11	Soleado	Templado	Normal	Fuerte	Sí
12	Nublado	Templado	Alta	Fuerte	Sí
13	Nublado	Caluroso	Normal	Débil	Sí
14	Lluvioso	Templado	Alta	Fuerte	No

Panorama	Sí	No	Instancias
Soleado	2	3	5
Nublado	4	0	4
Lluvioso	3	2	5

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	2	2	4
Frío	3	1	4
Templado	4	2	6

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta	3	4	7
Normal	6	1	7

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Soleado	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Soleado	Caluroso	Alta	Fuerte	No
3	Nublado	Caluroso	Alta	Débil	Sí
4	Lluvioso	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Lluvioso	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Lluvioso	Frío	Normal	Fuerte	No
7	Nublado	Frío	Normal	Fuerte	Sí
8	Soleado	Templado	Alta	Débil	No
9	Soleado	Frío	Normal	Débil	Sí
10	Lluvioso	Templado	Normal	Débil	Sí
11	Soleado	Templado	Normal	Fuerte	Sí
12	Nublado	Templado	Alta	Fuerte	Sí
13	Nublado	Caluroso	Normal	Débil	Sí
14	Lluvioso	Templado	Alta	Fuerte	No

Panorama	Sí	No	Instancias
Soleado	2	3	5
Nublado	4	0	4
Lluvioso	3	2	5

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	2	2	4
Frío	3	1	4
Templado	4	2	6

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta	3	4	7
Normal	6	1	7

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Soleado	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Soleado	Caluroso	Alta	Fuerte	No
3	Nublado	Caluroso	Alta	Débil	Sí
4	Lluvioso	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Lluvioso	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Lluvioso	Frío	Normal	Fuerte	No
7	Nublado	Frío	Normal	Fuerte	Sí
8	Soleado	Templado	Alta	Débil	No
9	Soleado	Frío	Normal	Débil	Sí
10	Lluvioso	Templado	Normal	Débil	Sí
11	Soleado	Templado	Normal	Fuerte	Sí
12	Nublado	Templado	Alta	Fuerte	Sí
13	Nublado	Caluroso	Normal	Débil	Sí
14	Lluvioso	Templado	Alta	Fuerte	No

Panorama	Sí	No	Instancias
Soleado	2	3	5
Nublado	4	0	4
Lluvioso	3	2	5

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	2	2	4
Frío	3	1	4
Templado	4	2	6

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta	3	4	7
Normal	6	1	7

Viento	Sí	No	Instancias
Débil	6	2	8
Fuerte	3	3	6

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Soleado	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Soleado	Caluroso	Alta	Fuerte	No
3	Nublado	Caluroso	Alta	Débil	Sí
4	Lluvioso	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Lluvioso	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Lluvioso	Frío	Normal	Fuerte	No
7	Nublado	Frío	Normal	Fuerte	Sí
8	Soleado	Templado	Alta	Débil	No
9	Soleado	Frío	Normal	Débil	Sí
10	Lluvioso	Templado	Normal	Débil	Sí
11	Soleado	Templado	Normal	Fuerte	Sí
12	Nublado	Templado	Alta	Fuerte	Sí
13	Nublado	Caluroso	Normal	Débil	Sí
14	Lluvioso	Templado	Alta	Fuerte	No

Panorama	Sí	No	Instancias
Soleado	2	3	5
Nublado	4	0	4
Lluvioso	3	2	5

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	2	2	4
Frío	3	1	4
Templado	4	2	6

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta	3	4	7
Normal	6	1	7

Viento	Sí	No	Instancias
Débil	6	2	8
Fuerte	3	3	6

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Soleado	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Soleado	Caluroso	Alta	Fuerte	No
3	Nublado	Caluroso	Alta	Débil	Sí
4	Lluvioso	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Lluvioso	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Lluvioso	Frío	Normal	Fuerte	No
7	Nublado	Frío	Normal	Fuerte	Sí
8	Soleado	Templado	Alta	Débil	No
9	Soleado	Frío	Normal	Débil	Sí
10	Lluvioso	Templado	Normal	Débil	Sí
11	Soleado	Templado	Normal	Fuerte	Sí
12	Nublado	Templado	Alta	Fuerte	Sí
13	Nublado	Caluroso	Normal	Débil	Sí
14	Lluvioso	Templado	Alta	Fuerte	No

<b>Panorama</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Instancias</b>
Soleado	2	3	5
Nublado	4	0	4
Lluvioso	3	2	5

Panorama	Sí	No	Instancias
Soleado	2	3	5
Nublado	4	0	4
Lluvioso	3	2	5

Gini(Panorama=Soleado)

Panorama	Sí	No	Instancias
Soleado	2	3	5
Nublado	4	0	4
Lluvioso	3	2	5

$$\text{Gini}(\text{Panorama}=\text{Soleado}) = 1 - (2/5)^2 - (3/5)^2 = 1 - 0.16 - 0.36 = 0.48$$

Panorama	Sí	No	Instancias
Soleado	2	3	5
Nublado	4	0	4
Lluvioso	3	2	5

$$\text{Gini}(\text{Panorama}=\text{Soleado}) = 1 - (2/5)^2 - (3/5)^2 = 1 - 0.16 - 0.36 = 0.48$$

$$\text{Gini}(\text{Panorama}=\text{Nublado}) = ?$$

Panorama	Sí	No	Instancias
Soleado	2	3	5
Nublado	4	0	4
Lluvioso	3	2	5

$$\text{Gini}(\text{Panorama}=\text{Soleado}) = 1 - (2/5)^2 - (3/5)^2 = 1 - 0.16 - 0.36 = 0.48$$

$$\text{Gini}(\text{Panorama}=\text{Nublado}) = 1 - (4/4)^2 - (0/4)^2 = 1 - 1 - 0 = 0$$

Panorama	Sí	No	Instancias
Soleado	2	3	5
Nublado	4	0	4
Lluvioso	3	2	5

$$\text{Gini}(\text{Panorama}=\text{Soleado}) = 1 - (2/5)^2 - (3/5)^2 = 1 - 0.16 - 0.36 = 0.48$$

$$\text{Gini}(\text{Panorama}=\text{Nublado}) = 1 - (4/4)^2 - (0/4)^2 = 1 - 1 - 0 = 0$$

$$\text{Gini}(\text{Panorama}=\text{Lluvioso}) = ?$$

Panorama	Sí	No	Instancias
Soleado	2	3	5
Nublado	4	0	4
Lluvioso	3	2	5

$$\text{Gini}(\text{Panorama}=\text{Soleado}) = 1 - (2/5)^2 - (3/5)^2 = 1 - 0.16 - 0.36 = 0.48$$

$$\text{Gini}(\text{Panorama}=\text{Nublado}) = 1 - (4/4)^2 - (0/4)^2 = 1 - 1 - 0 = 0$$

$$\text{Gini}(\text{Panorama}=\text{Lluvioso}) = 1 - (3/5)^2 - (2/5)^2 = 1 - 0.36 - 0.16 = 0.48$$

Panorama	Sí	No	Instancias
Soleado	2	3	5
Nublado	4	0	4
Lluvioso	3	2	5

$$\text{Gini}(\text{Panorama}=\text{Soleado}) = 1 - (2/5)^2 - (3/5)^2 = 1 - 0.16 - 0.36 = 0.48$$

$$\text{Gini}(\text{Panorama}=\text{Nublado}) = 1 - (4/4)^2 - (0/4)^2 = 1 - 1 - 0 = 0$$

$$\text{Gini}(\text{Panorama}=\text{Lluvioso}) = 1 - (3/5)^2 - (2/5)^2 = 1 - 0.36 - 0.16 = 0.48$$

$$\text{Gini}(\text{Panorama}) = (5/14)*0.48 + (4/14)*0 + (5/14)*0.48 = 0.342$$

<b>Temperatura</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Instancias</b>
Caluroso	2	2	4
Frío	3	1	4
Templado	4	2	6

Gini(Temperatura=Caluroso)

Gini(Temperatura=Frío)

Gini(Temperatura=Templado)

Gini(Temperatura)

<b>Temperatura</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Instancias</b>
Caluroso	2	2	4
Frío	3	1	4
Templado	4	2	6

$Gini(\text{Temperatura}=\text{Caluroso}) = ?$

$Gini(\text{Temperatura}=\text{Frío})$

$Gini(\text{Temperatura}=\text{Templado})$

$Gini(\text{Temperatura})$

<b>Temperatura</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Instancias</b>
Caluroso	2	2	4
Frío	3	1	4
Templado	4	2	6

$$\text{Gini}(\text{Temperatura}=\text{Caluroso}) = 1 - (2/4)^2 - (2/4)^2 = 1 - 0.25 - 0.25 = 0.5$$

$$\text{Gini}(\text{Temperatura}=\text{Frío})$$

$$\text{Gini}(\text{Temperatura}=\text{Templado})$$

$$\text{Gini}(\text{Temperatura})$$

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	2	2	4
Frío	3	1	4
Templado	4	2	6

$$\text{Gini}(\text{Temperatura}=\text{Caluroso}) = 1 - (2/4)^2 - (2/4)^2 = 1 - 0.25 - 0.25 = 0.5$$

$$\text{Gini}(\text{Temperatura}=\text{Frío}) = ?$$

$$\text{Gini}(\text{Temperatura}=\text{Templado})$$

$$\text{Gini}(\text{Temperatura})$$

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	2	2	4
Frío	3	1	4
Templado	4	2	6

$$\text{Gini}(\text{Temperatura}=\text{Caluroso}) = 1 - (2/4)^2 - (2/4)^2 = 1 - 0.25 - 0.25 = 0.5$$

$$\text{Gini}(\text{Temperatura}=\text{Frío}) = 1 - (3/4)^2 - (1/4)^2 = 1 - 0.5625 - 0.0625 = 0.375$$

$$\text{Gini}(\text{Temperatura}=\text{Templado})$$

$$\text{Gini}(\text{Temperatura})$$

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	2	2	4
Frío	3	1	4
Templado	4	2	6

$$\text{Gini}(\text{Temperatura}=\text{Caluroso}) = 1 - (2/4)^2 - (2/4)^2 = 1 - 0.25 - 0.25 = 0.5$$

$$\text{Gini}(\text{Temperatura}=\text{Frío}) = 1 - (3/4)^2 - (1/4)^2 = 1 - 0.5625 - 0.0625 = 0.375$$

$$\text{Gini}(\text{Temperatura}=\text{Templado}) = ?$$

$$\text{Gini}(\text{Temperatura})$$

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	2	2	4
Frío	3	1	4
Templado	4	2	6

$$\text{Gini}(\text{Temperatura}=\text{Caluroso}) = 1 - (2/4)^2 - (2/4)^2 = 1 - 0.25 - 0.25 = 0.5$$

$$\text{Gini}(\text{Temperatura}=\text{Frío}) = 1 - (3/4)^2 - (1/4)^2 = 1 - 0.5625 - 0.0625 = 0.375$$

$$\text{Gini}(\text{Temperatura}=\text{Templado}) = 1 - (4/6)^2 - (2/6)^2 = 1 - 0.444 - 0.111 = 0.445$$

$$\text{Gini}(\text{Temperatura})$$

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	2	2	4
Frío	3	1	4
Templado	4	2	6

$$\text{Gini}(\text{Temperatura}=\text{Caluroso}) = 1 - (2/4)^2 - (2/4)^2 = 1 - 0.25 - 0.25 = 0.5$$

$$\text{Gini}(\text{Temperatura}=\text{Frío}) = 1 - (3/4)^2 - (1/4)^2 = 1 - 0.5625 - 0.0625 = 0.375$$

$$\text{Gini}(\text{Temperatura}=\text{Templado}) = 1 - (4/6)^2 - (2/6)^2 = 1 - 0.444 - 0.111 = 0.445$$

$$\text{Gini}(\text{Temperatura}) = ?$$

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	2	2	4
Frío	3	1	4
Templado	4	2	6

$$\text{Gini}(\text{Temperatura}=\text{Caluroso}) = 1 - (2/4)^2 - (2/4)^2 = 1 - 0.25 - 0.25 = 0.5$$

$$\text{Gini}(\text{Temperatura}=\text{Frío}) = 1 - (3/4)^2 - (1/4)^2 = 1 - 0.5625 - 0.0625 = 0.375$$

$$\text{Gini}(\text{Temperatura}=\text{Templado}) = 1 - (4/6)^2 - (2/6)^2 = 1 - 0.444 - 0.111 = 0.445$$

$$\text{Gini}(\text{Temperatura}) = (4/14)*0.5 + (4/14)*0.375 + (6/14)*0.445 = 0.440$$

<b>Humedad</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Instancias</b>
Alta	3	4	7
Normal	6	1	7

$Gini(Humedad=Alta)$

$Gini(Humedad=Normal)$

$Gini(Humedad)$

<b>Humedad</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Instancias</b>
Alta	3	4	7
Normal	6	1	7

$$\text{Gini}(\text{Humedad}= \text{Alta}) = 1 - (3/7)^2 - (4/7)^2 = 1 - 0.183 - 0.326 = 0.491$$

$$\text{Gini}(\text{Humedad}= \text{Normal}) = 1 - (6/7)^2 - (1/7)^2 = 1 - 0.734 - 0.02 = 0.246$$

$$\text{Gini}(\text{Humedad}) = (7/14)*0.491 + (7/14)*0.246 = 0.368$$

Viento	Sí	No	Instancias
Débil	6	2	8
Fuerte	3	3	6

$Gini(Viento=Débil)$

$Gini(Viento=Fuerte)$

$Gini(Viento)$

Viento	Sí	No	Instancias
Débil	6	2	8
Fuerte	3	3	6

$$\text{Gini}(\text{Viento}=\text{Débil}) = 1 - (6/8)^2 - (2/8)^2 = 1 - 0.5625 - 0.0625 = 0.375$$

$$\text{Gini}(\text{Viento}=\text{Fuerte}) = 1 - (3/6)^2 - (3/6)^2 = 1 - 0.25 - 0.25 = 0.5$$

$$\text{Gini}(\text{Viento}) = (8/14)*0.375 + (6/14)*0.5 = 0.428$$

# Árboles de decisión

---

Atributo	Índice Gini
Panorama	0.342
Temperatura	0.440
Humedad	0.368
Viento	0.428

*Se escoge el atributo con menor valor en el índice Gini*

# Árboles de decisión

---

Atributo	Índice Gini
Panorama	0.342
Temperatura	0.440
Humedad	0.368
Viento	0.428

*Se escoge el atributo con menor valor en el índice Gini*

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Soleado	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Soleado	Caluroso	Alta	Fuerte	No
3	Nublado	Caluroso	Alta	Débil	Sí
4	Lluvioso	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Lluvioso	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Lluvioso	Frío	Normal	Fuerte	No
7	Nublado	Frío	Normal	Fuerte	Sí
8	Soleado	Templado	Alta	Débil	No
9	Soleado	Frío	Normal	Débil	Sí
10	Lluvioso	Templado	Normal	Débil	Sí
11	Soleado	Templado	Normal	Fuerte	Sí
12	Nublado	Templado	Alta	Fuerte	Sí
13	Nublado	Caluroso	Normal	Débil	Sí
14	Lluvioso	Templado	Alta	Fuerte	No

# Panorama

soleado

lluvioso

nublado

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Soleado	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Soleado	Caluroso	Alta	Fuerte	No
8	Soleado	Templado	Alta	Débil	No
9	Soleado	Frío	Normal	Débil	Sí
11	Soleado	Templado	Normal	Fuerte	Sí

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
3	Nublado	Caluroso	Alta	Débil	Sí
7	Nublado	Frío	Normal	Fuerte	Sí
12	Nublado	Templado	Alta	Fuerte	Sí
13	Nublado	Caluroso	Normal	Débil	Sí

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
4	Lluvioso	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Lluvioso	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Lluvioso	Frío	Normal	Fuerte	No
10	Lluvioso	Templado	Normal	Débil	Sí
14	Lluvioso	Templado	Alta	Fuerte	No

soleado

## Panorama

lluvioso

nublado

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Soleado	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Soleado	Caluroso	Alta	Fuerte	No
8	Soleado	Templado	Alta	Débil	No
9	Soleado	Frío	Normal	Débil	Sí
11	Soleado	Templado	Normal	Fuerte	Sí

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
3	Nublado	Caluroso	Alta	Débil	Sí
7	Nublado	Frío	Normal	Fuerte	Sí
12	Nublado	Templado	Alta	Fuerte	Sí
13	Nublado	Caluroso	Normal	Débil	Sí

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
4	Lluvioso	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Lluvioso	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Lluvioso	Frío	Normal	Fuerte	No
10	Lluvioso	Templado	Normal	Débil	Sí
14	Lluvioso	Templado	Alta	Fuerte	No

Todos los datos de este nodo del árbol son de la misma clase, se coloca como un nodo hoja

soleado

## Panorama

lluvioso

nublado

Sí

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Soleado	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Soleado	Caluroso	Alta	Fuerte	No
8	Soleado	Templado	Alta	Débil	No
9	Soleado	Frío	Normal	Débil	Sí
11	Soleado	Templado	Normal	Fuerte	Sí

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
4	Lluvioso	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Lluvioso	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Lluvioso	Frío	Normal	Fuerte	No
10	Lluvioso	Templado	Normal	Débil	Sí
14	Lluvioso	Templado	Alta	Fuerte	No

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Soleado	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Soleado	Caluroso	Alta	Fuerte	No
8	Soleado	Templado	Alta	Débil	No
9	Soleado	Frío	Normal	Débil	Sí
11	Soleado	Templado	Normal	Fuerte	Sí

Día	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Caluroso	Alta	Fuerte	No
8	Templado	Alta	Débil	No
9	Frío	Normal	Débil	Sí
11	Templado	Normal	Fuerte	Sí

<b>Temperatura</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Instancias</b>
Caluroso			
Frío			
Templado			

<b>Humedad</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Instancias</b>
Alta			
Normal			

<b>Viento</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Instancias</b>
Débil			
Fuerte			

<b>Día</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Humedad</b>	<b>Viento</b>	<b>Decisión</b>
1	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Caluroso	Alta	Fuerte	No
8	Templado	Alta	Débil	No
9	Frío	Normal	Débil	Sí
11	Templado	Normal	Fuerte	Sí

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso			
Frío			
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Caluroso	Alta	Fuerte	No
8	Templado	Alta	Débil	No
9	Frío	Normal	Débil	Sí
11	Templado	Normal	Fuerte	Sí

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso			2
Frío			
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Caluroso	Alta	Fuerte	No
8	Templado	Alta	Débil	No
9	Frío	Normal	Débil	Sí
11	Templado	Normal	Fuerte	Sí

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso			2
Frío			
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Caluroso	Alta	Fuerte	No
8	Templado	Alta	Débil	No
9	Frío	Normal	Débil	Sí
11	Templado	Normal	Fuerte	Sí

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	0	2	2
Frío			
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Caluroso	Alta	Fuerte	No
8	Templado	Alta	Débil	No
9	Frío	Normal	Débil	Sí
11	Templado	Normal	Fuerte	Sí

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	0	2	2
Frío			
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Caluroso	Alta	Fuerte	No
8	Templado	Alta	Débil	No
9	Frío	Normal	Débil	Sí
11	Templado	Normal	Fuerte	Sí

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	0	2	2
Frío			1
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Caluroso	Alta	Fuerte	No
8	Templado	Alta	Débil	No
9	Frío	Normal	Débil	Sí
11	Templado	Normal	Fuerte	Sí

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	0	2	2
Frío			1
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Caluroso	Alta	Fuerte	No
8	Templado	Alta	Débil	No
9	Frío	Normal	Débil	Sí
11	Templado	Normal	Fuerte	Sí

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	0	2	2
Frío	1	0	1
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Caluroso	Alta	Fuerte	No
8	Templado	Alta	Débil	No
9	Frío	Normal	Débil	Sí
11	Templado	Normal	Fuerte	Sí

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	0	2	2
Frío	1	0	1
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Caluroso	Alta	Fuerte	No
8	Templado	Alta	Débil	No
9	Frío	Normal	Débil	Sí
11	Templado	Normal	Fuerte	Sí

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	0	2	2
Frío	1	0	1
Templado			2

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Caluroso	Alta	Fuerte	No
8	Templado	Alta	Débil	No
9	Frío	Normal	Débil	Sí
11	Templado	Normal	Fuerte	Sí

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	0	2	2
Frío	1	0	1
Templado			2

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Caluroso	Alta	Fuerte	No
8	Templado	Alta	Débil	No
9	Frío	Normal	Débil	Sí
11	Templado	Normal	Fuerte	Sí

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	0	2	2
Frío	1	0	1
Templado	1	1	2

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Caluroso	Alta	Fuerte	No
8	Templado	Alta	Débil	No
9	Frío	Normal	Débil	Sí
11	Templado	Normal	Fuerte	Sí

<b>Temperatura</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Instancias</b>
Caluroso	0	2	2
Frío	1	0	1
Templado	1	1	2

<b>Humedad</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Instancias</b>
Alta			
Normal			

<b>Viento</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Instancias</b>
Débil			
Fuerte			

<b>Día</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Humedad</b>	<b>Viento</b>	<b>Decisión</b>
1	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Caluroso	Alta	Fuerte	No
8	Templado	Alta	Débil	No
9	Frío	Normal	Débil	Sí
11	Templado	Normal	Fuerte	Sí

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	0	2	2
Frío	1	0	1
Templado	1	1	2

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Caluroso	Alta	Fuerte	No
8	Templado	Alta	Débil	No
9	Frío	Normal	Débil	Sí
11	Templado	Normal	Fuerte	Sí

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	0	2	2
Frío	1	0	1
Templado	1	1	2

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta	0	3	3
Normal	2	0	2

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Caluroso	Alta	Fuerte	No
8	Templado	Alta	Débil	No
9	Frío	Normal	Débil	Sí
11	Templado	Normal	Fuerte	Sí

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	0	2	2
Frío	1	0	1
Templado	1	1	2

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta	0	3	3
Normal	2	0	2

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Caluroso	Alta	Fuerte	No
8	Templado	Alta	Débil	No
9	Frío	Normal	Débil	Sí
11	Templado	Normal	Fuerte	Sí

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	0	2	2
Frío	1	0	1
Templado	1	1	2

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta	0	3	3
Normal	2	0	2

Viento	Sí	No	Instancias
Débil	1	2	3
Fuerte	1	1	2

Día	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Caluroso	Alta	Fuerte	No
8	Templado	Alta	Débil	No
9	Frío	Normal	Débil	Sí
11	Templado	Normal	Fuerte	Sí

<b>Temperatura</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Instancias</b>
Caluroso	0	2	2
Frío	1	0	1
Templado	1	1	2

Gini(Temperatura=Caluroso)

Gini(Temperatura=Frío)

Gini(Temperatura=Templado)

Gini(Temperatura)

<b>Temperatura</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Instancias</b>
Caluroso	0	2	2
Frío	1	0	1
Templado	1	1	2

$$\text{Gini}(\text{Temperatura}=\text{Caluroso}) = 1 - (0/2)^2 - (2/2)^2 = 1 - 0 - 1 = 0$$

$$\text{Gini}(\text{Temperatura}=\text{Frío}) = 1 - (1/1)^2 - (0/1)^2 = 1 - 1 - 0 = 0$$

$$\text{Gini}(\text{Temperatura}=\text{Templado}) = 1 - (1/2)^2 - (1/2)^2 = 1 - 0.25 - 0.25 = 0.5$$

$$\text{Gini}(\text{Temperatura}) = (2/5)*0 + (1/5)*0 + (2/5)*0.5 = 0.2$$

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta	0	3	3
Normal	2	0	2

Gini(Humedad=Alta)

Gini(Humedad=Normal)

Gini(Humedad)

<b>Humedad</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Instancias</b>
Alta	0	3	3
Normal	2	0	2

$$\text{Gini}(\text{Humedad}=\text{Alta}) = 1 - (0/3)^2 - (3/3)^2 = 1 - 0 - 1 = 0$$

$$\text{Gini}(\text{Humedad}=\text{Normal}) = 1 - (2/2)^2 - (0/2)^2 = 1 - 1 - 0 = 0$$

$$\text{Gini}(\text{Humedad}) = (3/5)*0 + (2/5)*0 = 0$$

Viento	Sí	No	Instancias
Débil	1	2	3
Fuerte	1	1	2

$Gini(Viento=Débil)$

$Gini(Viento=Fuerte)$

$Gini(Viento)$

Viento	Sí	No	Instancias
Débil	1	2	3
Fuerte	1	1	2

$$\text{Gini}(\text{Viento}=\text{Débil}) = 1 - (1/3)^2 - (2/3)^2 = 1 - 0.111 - 0.444 = 0.445$$

$$\text{Gini}(\text{Viento}=\text{Fuerte}) = 1 - (1/2)^2 - (1/2)^2 = 1 - 0.25 - 0.25 = 0.5$$

$$\text{Gini}(\text{Viento}) = (3/5)*0.445 + (2/5)*0.5 = 0.467$$

# Árboles de decisión

---

Atributo	Índice Gini
Temperatura	0.2
Humedad	0.0
Viento	0.467

*Se escoge el atributo con menor valor en el índice Gini*

# Árboles de decisión

---

Atributo	Índice Gini
Temperatura	0.2
Humedad	0.0
Viento	0.467

*Se escoge el atributo con menor valor en el índice Gini*

soleado

## Panorama

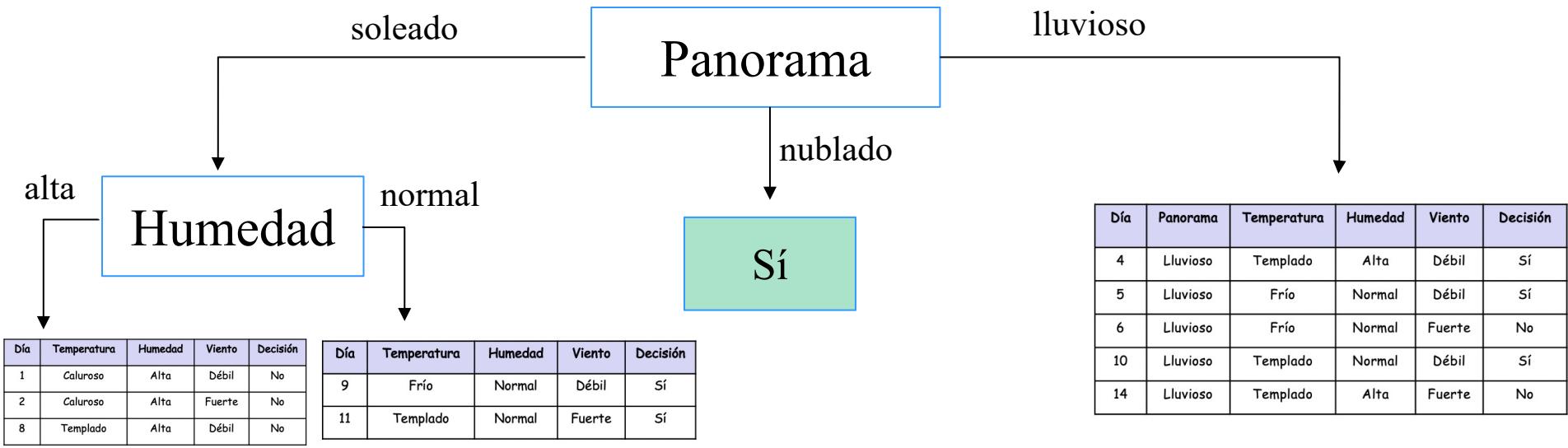
lluvioso

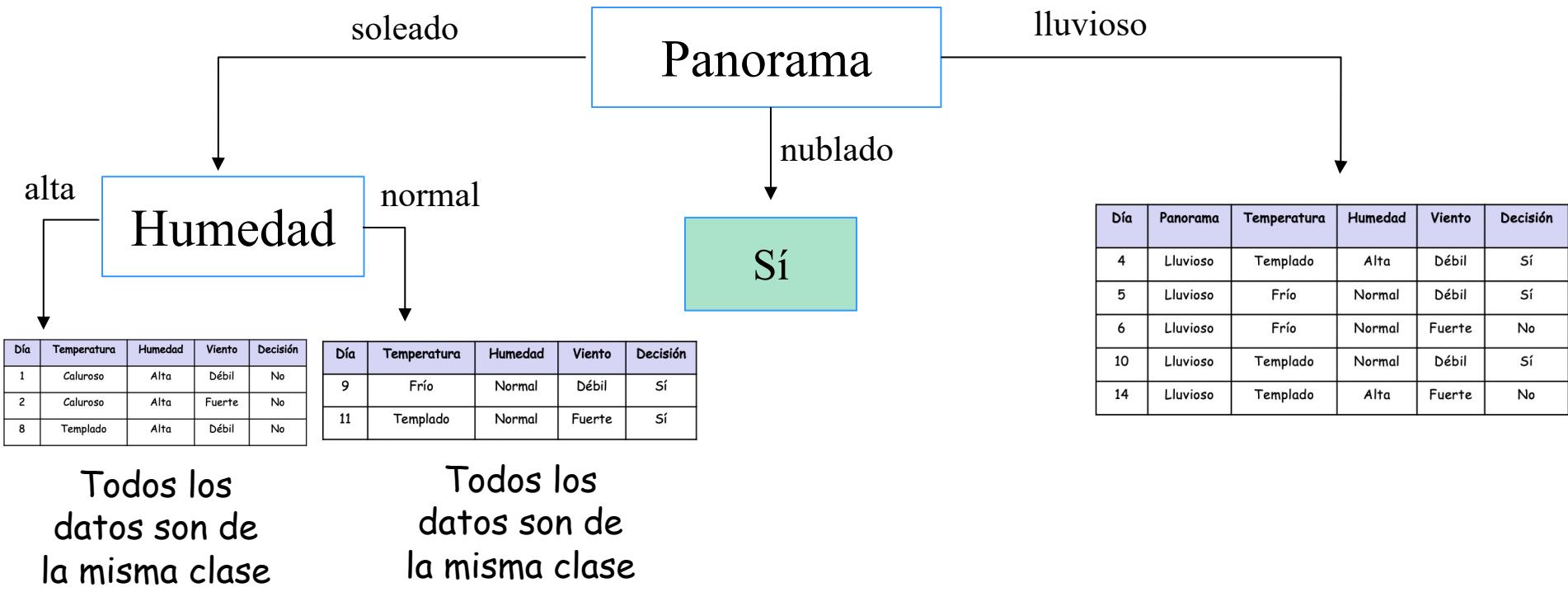
nublado

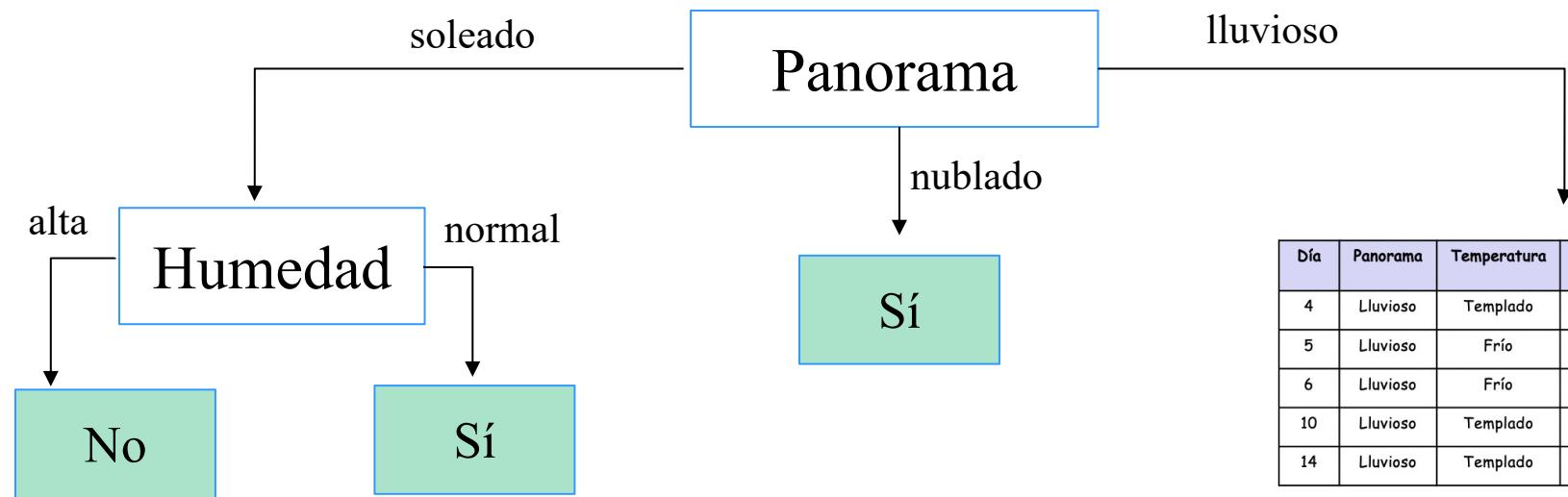
Sí

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
1	Soleado	Caluroso	Alta	Débil	No
2	Soleado	Caluroso	Alta	Fuerte	No
8	Soleado	Templado	Alta	Débil	No
9	Soleado	Frío	Normal	Débil	Sí
11	Soleado	Templado	Normal	Fuerte	Sí

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
4	Lluvioso	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Lluvioso	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Lluvioso	Frío	Normal	Fuerte	No
10	Lluvioso	Templado	Normal	Débil	Sí
14	Lluvioso	Templado	Alta	Fuerte	No







Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
4	Lluvioso	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Lluvioso	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Lluvioso	Frío	Normal	Fuerte	No
10	Lluvioso	Templado	Normal	Débil	Sí
14	Lluvioso	Templado	Alta	Fuerte	No

Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
4	Lluvioso	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Lluvioso	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Lluvioso	Frío	Normal	Fuerte	No
10	Lluvioso	Templado	Normal	Débil	Sí
14	Lluvioso	Templado	Alta	Fuerte	No

Día	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
4	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Frío	Normal	Fuerte	No
10	Templado	Normal	Débil	Sí
14	Templado	Alta	Fuerte	No

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso			
Frío			
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
4	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Frío	Normal	Fuerte	No
10	Templado	Normal	Débil	Sí
14	Templado	Alta	Fuerte	No

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso			
Frío			
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
4	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Frío	Normal	Fuerte	No
10	Templado	Normal	Débil	Sí
14	Templado	Alta	Fuerte	No

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	0	0	0
Frío			
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
4	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Frío	Normal	Fuerte	No
10	Templado	Normal	Débil	Sí
14	Templado	Alta	Fuerte	No

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	0	0	0
Frío			
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
4	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Frío	Normal	Fuerte	No
10	Templado	Normal	Débil	Sí
14	Templado	Alta	Fuerte	No

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	0	0	0
Frío			2
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
4	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Frío	Normal	Fuerte	No
10	Templado	Normal	Débil	Sí
14	Templado	Alta	Fuerte	No

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	0	0	0
Frío			2
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
4	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Frío	Normal	Fuerte	No
10	Templado	Normal	Débil	Sí
14	Templado	Alta	Fuerte	No

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	0	0	0
Frío	1	1	2
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
4	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Frío	Normal	Fuerte	No
10	Templado	Normal	Débil	Sí
14	Templado	Alta	Fuerte	No

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	0	0	0
Frío	1	1	2
Templado			

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
4	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Frío	Normal	Fuerte	No
10	Templado	Normal	Débil	Sí
14	Templado	Alta	Fuerte	No

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	0	0	0
Frío	1	1	2
Templado			3

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
4	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Frío	Normal	Fuerte	No
10	Templado	Normal	Débil	Sí
14	Templado	Alta	Fuerte	No

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	0	0	0
Frío	1	1	2
Templado			3

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
4	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Frío	Normal	Fuerte	No
10	Templado	Normal	Débil	Sí
14	Templado	Alta	Fuerte	No

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	0	0	0
Frío	1	1	2
Templado	2	1	3

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
4	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Frío	Normal	Fuerte	No
10	Templado	Normal	Débil	Sí
14	Templado	Alta	Fuerte	No

<b>Temperatura</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Instancias</b>
Caluroso	0	0	0
Frío	1	1	2
Templado	2	1	3

<b>Humedad</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Instancias</b>
Alta			
Normal			

<b>Viento</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Instancias</b>
Débil			
Fuerte			

<b>Día</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Humedad</b>	<b>Viento</b>	<b>Decisión</b>
4	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Frío	Normal	Fuerte	No
10	Templado	Normal	Débil	Sí
14	Templado	Alta	Fuerte	No

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	0	0	0
Frío	1	1	2
Templado	2	1	3

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta			
Normal			

Viento	Sí	No	Instancias
Débil			
Fuerte			

Día	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
4	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Frío	Normal	Fuerte	No
10	Templado	Normal	Débil	Sí
14	Templado	Alta	Fuerte	No

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	0	0	0
Frío	1	1	2
Templado	2	1	3

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta	1	1	2
Normal	2	1	3

Viento	Sí	No	Instancias
Débil	3	0	3
Fuerte	0	2	2

Día	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
4	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Frío	Normal	Fuerte	No
10	Templado	Normal	Débil	Sí
14	Templado	Alta	Fuerte	No

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	0	0	0
Frío	1	1	2
Templado	2	1	3

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta	1	1	2
Normal	2	1	3

Viento	Sí	No	Instancias
Débil	3	0	3
Fuerte	0	2	2

Día	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
4	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Frío	Normal	Fuerte	No
10	Templado	Normal	Débil	Sí
14	Templado	Alta	Fuerte	No

<b>Temperatura</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Instancias</b>
Caluroso	0	0	0
Frío	1	1	2
Templado	2	1	3

Gini(Temperatura=Caluroso)

Gini(Temperatura=Frío)

Gini(Temperatura=Templado)

Gini(Temperatura)

Temperatura	Sí	No	Instancias
Caluroso	0	0	0
Frío	1	1	2
Templado	2	1	3

$$\text{Gini}(\text{Temperatura}=\text{Caluroso}) = 1 - (0/0)^2 - (0/0)^2 = 1 - 0 - 0 = 1$$

$$\text{Gini}(\text{Temperatura}=\text{Frío}) = 1 - (1/2)^2 - (1/2)^2 = 1 - 0.25 - 0.25 = 0.5$$

$$\text{Gini}(\text{Temperatura}=\text{Templado}) = 1 - (2/3)^2 - (1/3)^2 = 1 - 0.444 - 0.111 = 0.445$$

$$\text{Gini}(\text{Temperatura}) = (0/5)*1 + (2/5)*0.5 + (3/5)*0.445 = 0.467$$

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta	1	1	2
Normal	2	1	3

$Gini(\text{Humedad}=\text{Alta})$

$Gini(\text{Humedad}=\text{Normal})$

$Gini(\text{Humedad})$

Humedad	Sí	No	Instancias
Alta	1	1	2
Normal	2	1	3

$$\text{Gini}(\text{Humedad}= \text{Alta}) = 1 - (1/2)^2 - (1/2)^2 = 1 - 0.25 - 0.25 = 0.5$$

$$\text{Gini}(\text{Humedad}= \text{Normal}) = 1 - (2/3)^2 - (1/3)^2 = 1 - 0.444 - 0.111 = 0.445$$

$$\text{Gini}(\text{Humedad}) = (2/5)*0.5 + (3/5)*0.445 = 0.467$$

Viento	Sí	No	Instancias
Débil	3	0	3
Fuerte	0	2	2

Gini(Viento=Débil)

Gini(Viento=Fuerte)

Gini(Viento)

Viento	Sí	No	Instancias
Débil	3	0	3
Fuerte	0	2	2

$$\text{Gini}(\text{Viento}=\text{Débil}) = 1 - (3/3)^2 - (0/3)^2 = 1 - 1 - 0 = 0$$

$$\text{Gini}(\text{Viento}=\text{Fuerte}) = 1 - (0/2)^2 - (2/2)^2 = 1 - 0 - 1 = 0$$

$$\text{Gini}(\text{Viento}) = (3/5)*0 + (2/5)*0 = 0$$

# Árboles de decisión

---

Atributo	Índice Gini
Temperatura	0.467
Humedad	0.467
Viento	0

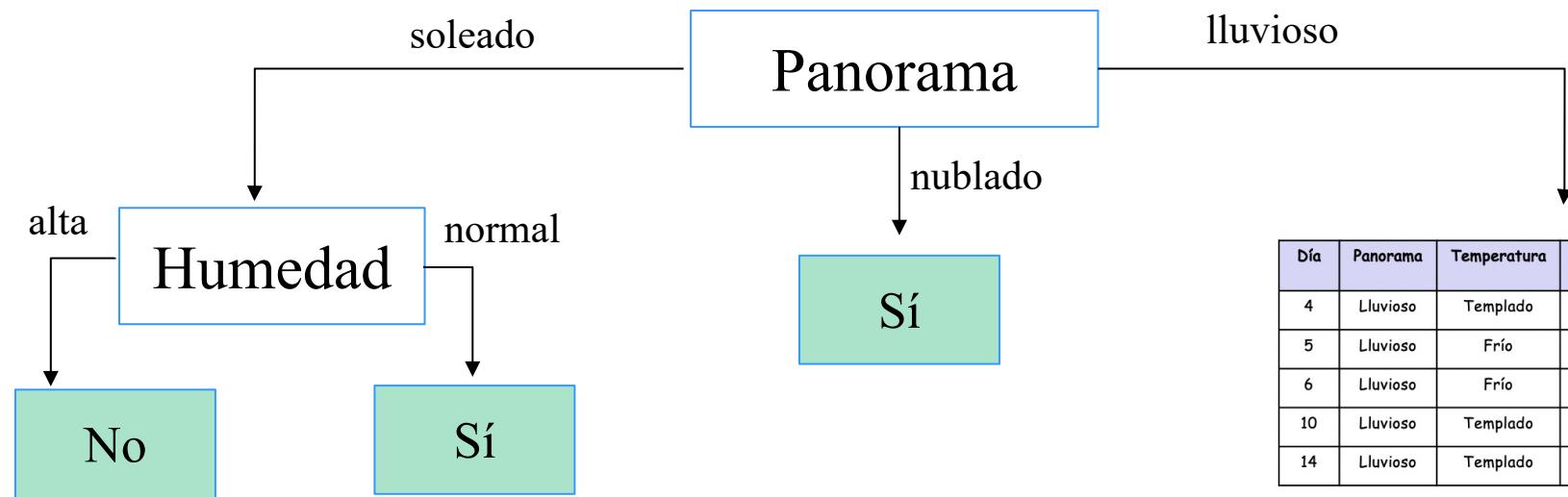
*Se escoge el atributo con menor valor en el índice Gini*

# Árboles de decisión

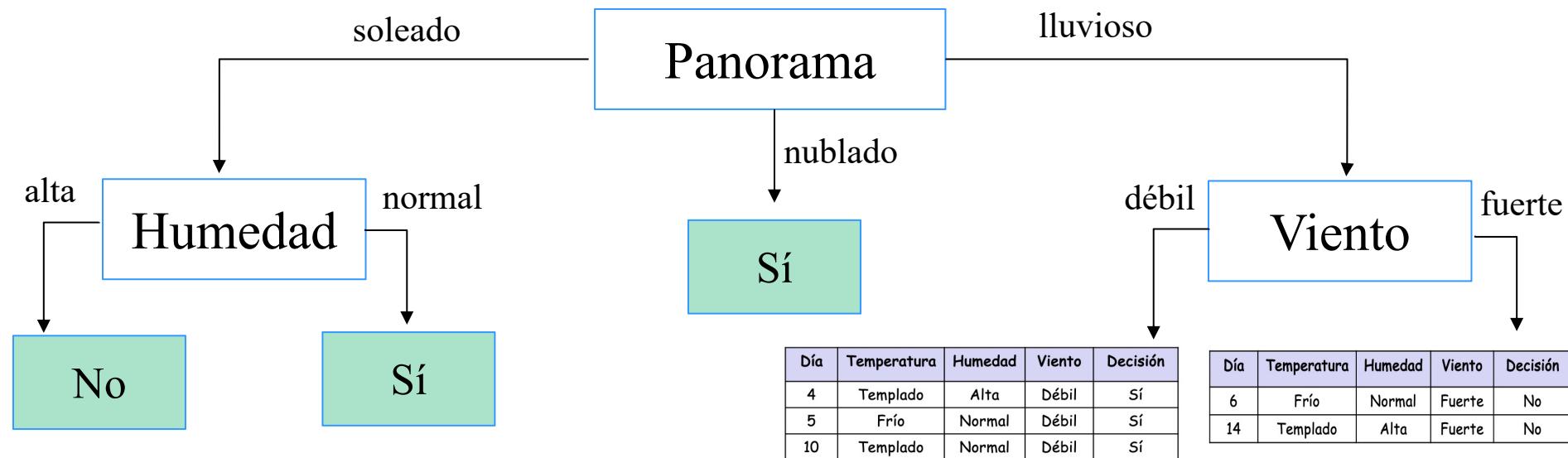
---

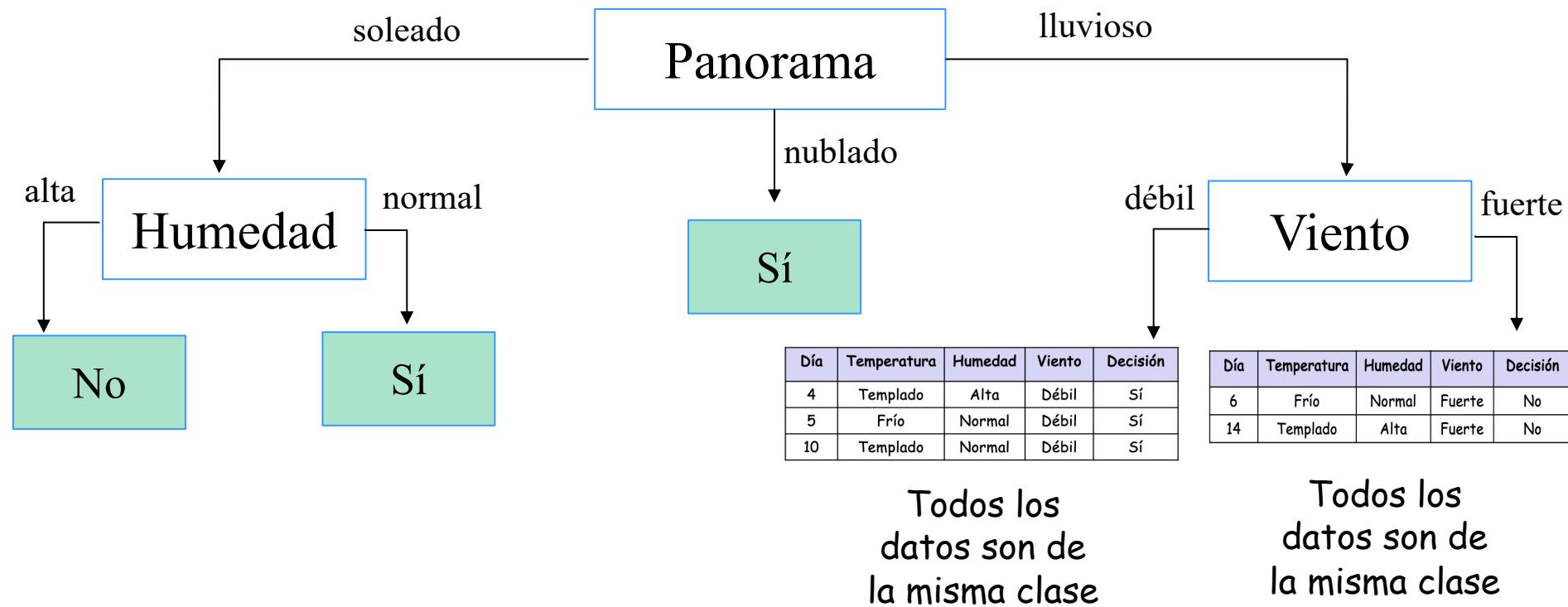
Atributo	Índice Gini
Temperatura	0.467
Humedad	0.467
Viento	0

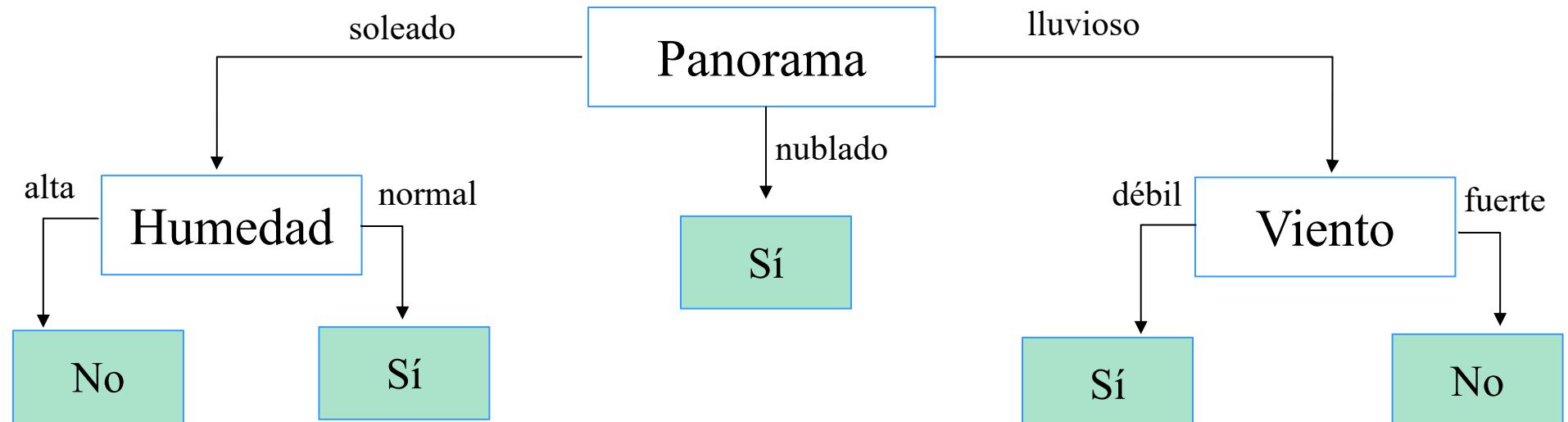
*Se escoge el atributo con menor valor en el índice Gini*



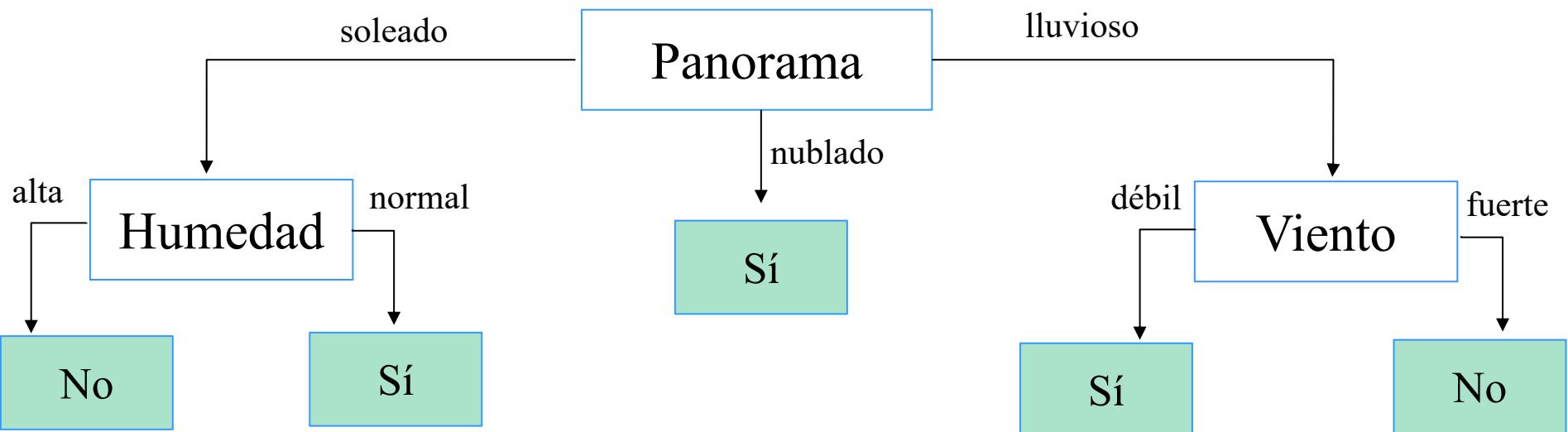
Día	Panorama	Temperatura	Humedad	Viento	Decisión
4	Lluvioso	Templado	Alta	Débil	Sí
5	Lluvioso	Frío	Normal	Débil	Sí
6	Lluvioso	Frío	Normal	Fuerte	No
10	Lluvioso	Templado	Normal	Débil	Sí
14	Lluvioso	Templado	Alta	Fuerte	No







# Árboles de decisión



Árbol de decisión obtenido con el algoritmo CART

# Árboles de decisión

---

## Entropía

- La entropía es una medida de la cantidad de desorden. Si el desorden aumenta, la entropía aumenta
- La entropía se utiliza para calcular la homogeneidad de las muestras en ese nodo

# Árboles de decisión

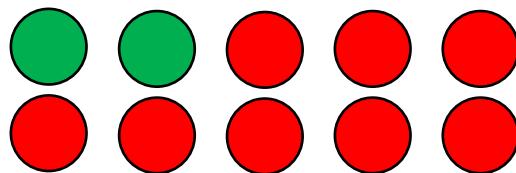
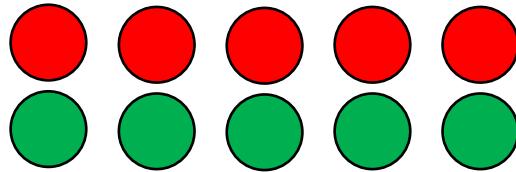
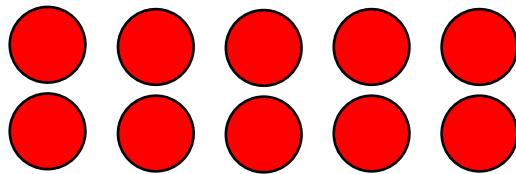
---

$$\text{Entropía} = - (p \cdot \log_2 p) - (q \cdot \log_2 q)$$

# Árboles de decisión

---

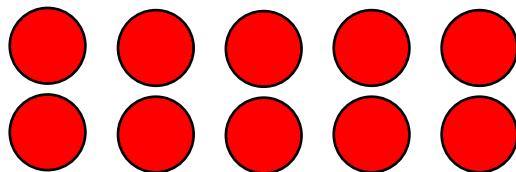
$$\text{Entropía} = - (p \cdot \log_2 p) - (q \cdot \log_2 q)$$



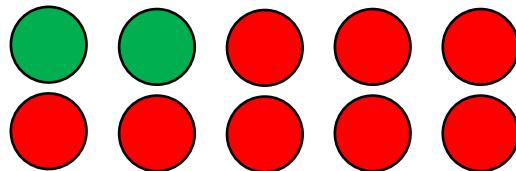
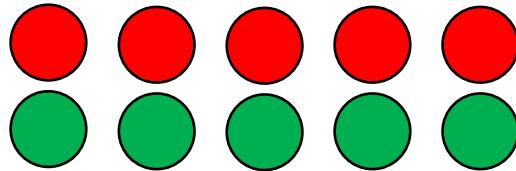
# Árboles de decisión

---

$$\text{Entropía} = -(p \cdot \log_2 p) - (q \cdot \log_2 q)$$



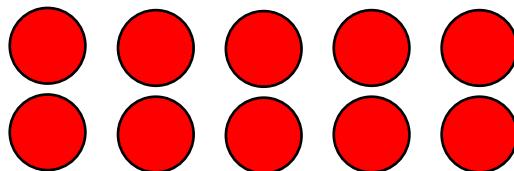
$$\text{Entropía} = -(10/10)\log_2(10/10) - (0/10)\log_2(0/10)$$



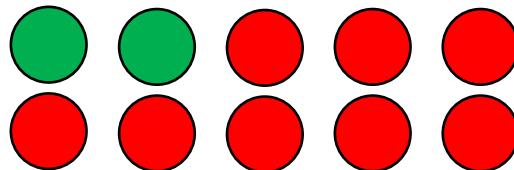
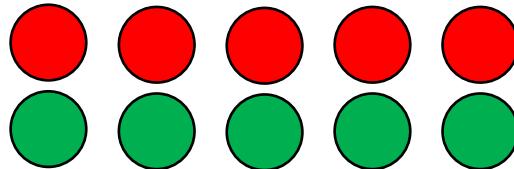
# Árboles de decisión

---

$$\text{Entropía} = -(p \cdot \log_2 p) - (q \cdot \log_2 q)$$



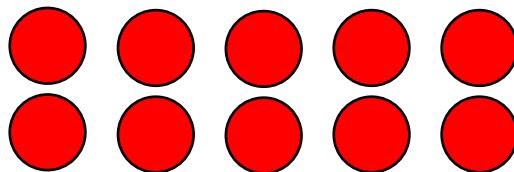
$$\begin{aligned}\text{Entropía} &= -(10/10)\log_2(10/10) - (0/10)\log_2(0/10) \\ &= -1*0 - 0 \\ &= 0\end{aligned}$$



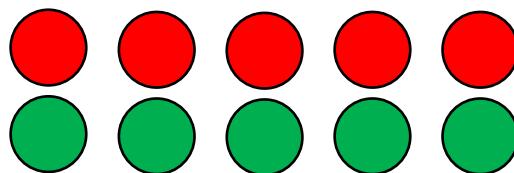
# Árboles de decisión

---

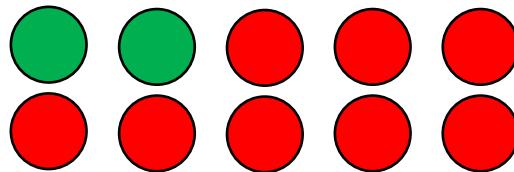
$$\text{Entropía} = -(p \cdot \log_2 p) - (q \cdot \log_2 q)$$



$$\begin{aligned}\text{Entropía} &= -(10/10)\log_2(10/10) - (0/10)\log_2(0/10) \\ &= -1*0 - 0 \\ &= 0\end{aligned}$$



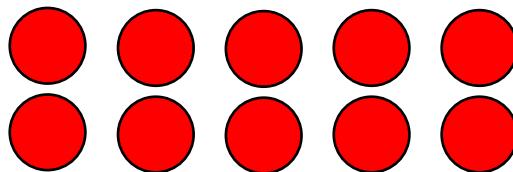
$$\text{Entropía} = -(5/10)\log_2(5/10) - (5/10)\log_2(5/10)$$



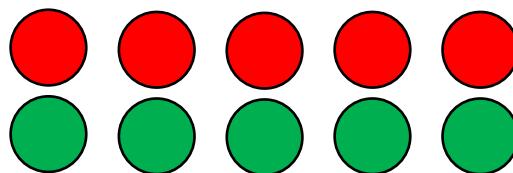
# Árboles de decisión

---

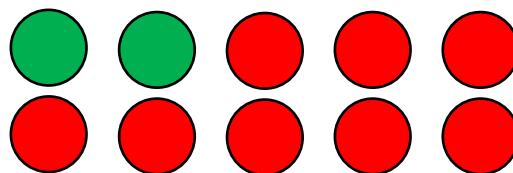
$$\text{Entropía} = -(p \cdot \log_2 p) - (q \cdot \log_2 q)$$



$$\begin{aligned}\text{Entropía} &= -(10/10)\log_2(10/10) - (0/10)\log_2(0/10) \\ &= -1*0 - 0 \\ &= 0\end{aligned}$$



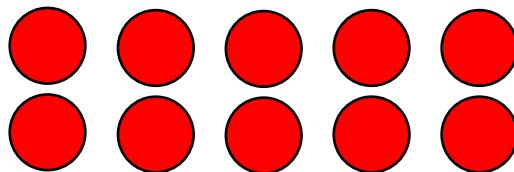
$$\begin{aligned}\text{Entropía} &= -(5/10)\log_2(5/10) - (5/10)\log_2(5/10) \\ &= -(1/2)*(-1) - (1/2)*(-1) \\ &= 1\end{aligned}$$



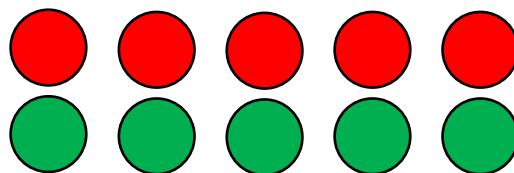
# Árboles de decisión

---

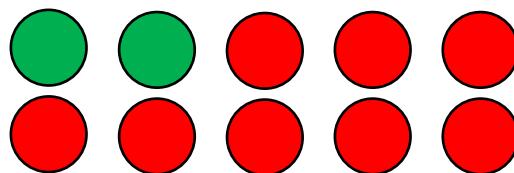
$$\text{Entropía} = -(p \cdot \log_2 p) - (q \cdot \log_2 q)$$



$$\begin{aligned}\text{Entropía} &= -(10/10)\log_2(10/10) - (0/10)\log_2(0/10) \\ &= -1*0 - 0 \\ &= 0\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\text{Entropía} &= -(5/10)\log_2(5/10) - (5/10)\log_2(5/10) \\ &= -(1/2)*(-1) - (1/2)*(-1) \\ &= 1\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\text{Entropía} &= -(8/10)\log_2(8/10) - (2/10)\log_2(2/10) \\ &= -(0.8)*(-0.32) - (0.2)*(-2.32) \\ &= 0.72\end{aligned}$$

# Árboles de decisión

---

## Hiperparámetros de los árboles de decisión

- **criterion:** indica la función que se utilizará medir la calidad de un split (división). Puede ser gini o entropy
- **splitter:** la estrategia usada para elegir la división en cada nodo. Puede ser best o random
- **max\_depth:** indica cuál es la máxima profundidad a la cual puede llegar el árbol. Esto ayuda a combatir el overfitting pero también puede provocar underfitting

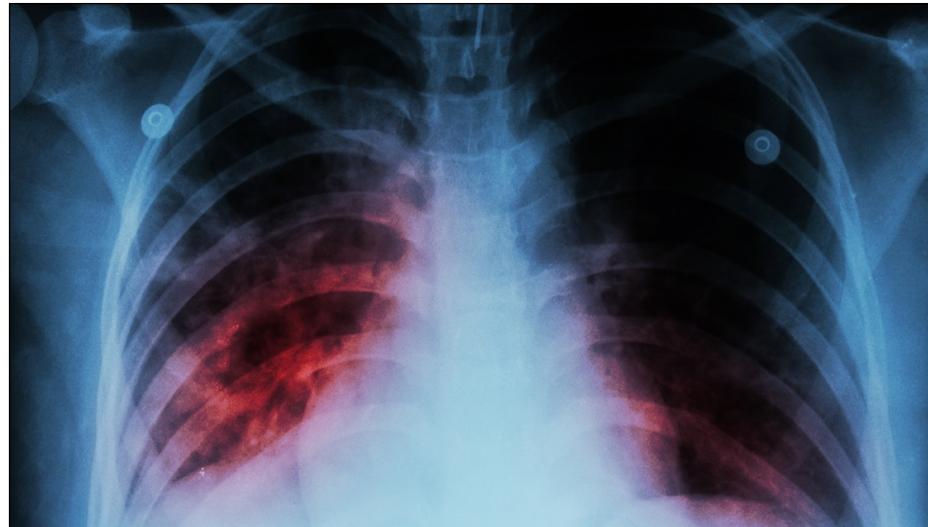
<https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.tree.DecisionTreeClassifier.html>

# Árboles de decisión

---

## Tuberculosis

Datos de 1455 pacientes con sospecha de Tuberculosis. Cada paciente se describe por medio de 15 variables



#	Atributo	Descripción
1	Sexo	0=Femenino, 1=Masculino
2	Edad	Edad en años del paciente
3	Etnia	0=Indígena, 1=Afrodescendiente, 2=Otro
4	Grupo poblacional	0= Trabajador de la salud, 1 = Habitante de calle, 2 = Fármaco dependiente, 3 = Población carcelaria, 4 = Ningún grupo poblacional
5	Comorbilidad	0 = Enfermedad renal, 1 = Otras Inmunosupresiones, 2 = Hipertensión, 3 = Diabetes, 4 = Otra enfermedad pulmonar, 5 = Ninguna
6	Malnutrición	0 = No, 1 = Si
7	Cantidad contactos	Cantidad de personas con las que tuvo contacto el paciente
8	Cantidad contactos sintomáticos respiratorios	Cantidad de personas con síntomas respiratorios con las que tuvo contacto el paciente
9	Cantidad contactos sintomáticos respiratorios con baciloscopía positiva	Cantidad de personas con síntomas respiratorios con baciloscopía positiva con las que tuvo contacto el paciente
10	Cantidad contactos con menores de 5 años	Cantidad de personas menores de 5 años con las que tuvo contacto el paciente
11	VIH	0=No realizado, 1=Positivo, 2=Negativo
12	Recibe terapia antirretroviral	0=No, 1=Si, 2=No aplica
13	Recibe Trimetoprim	0=No, 1=Si, 2=No aplica
14	Resultado de Baciloscopía	0=No realizado, 1=Positivo 1 a 9 BAAR, 2=++, 3= ++, 4=+, 5=-
15	Tuberculosis	0=Negativo, 1=Positivo

#	Atributo	Descripción
1	Sexo	0=Femenino, 1=Masculino
2	Edad	Edad en años del paciente
3	Etnia	0=Indígena, 1=Afrodescendiente, 2=Otro
4	Grupo poblacional	0= Trabajador de la salud, 1 = Habitante de calle, 2 = Fármaco dependiente, 3 = Población carcelaria, 4 = Ningún grupo poblacional
5	Comorbilidad	0 = Enfermedad renal, 1 = Otras Inmunosupresiones, 2 = Hipertensión, 3 = Diabetes, 4 = Otra enfermedad pulmonar, 5 = Ninguna
6	Malnutrición	0=No, 1=Si
7	Cantidad contactos	Cantidad de personas con las que tuvo contacto el paciente
8	Cantidad contactos sintomáticos respiratorios	Cantidad de personas con síntomas respiratorios con las que tuvo contacto el paciente
9	Cantidad contactos sintomáticos respiratorios con baciloscopía positiva	Cantidad de personas con síntomas respiratorios con baciloscopía positiva con las que tuvo contacto el paciente
10	Cantidad contactos con menores de 5 años	Cantidad de personas menores de 5 años con las que tuvo contacto el paciente
11	VIH	0=No realizado, 1=Positivo, 2=Negativo
12	Recibe terapia antirretroviral	0=No, 1=Si, 2=No aplica
13	Recibe Trimetoprim	0=No, 1=Si, 2=No aplica
14	Resultado de Baciloscopía	0=No realizado, 1=Positivo 1 a 9 BAAR, 2=++, 3= ++, 4=+, 5=-
15	Tuberculosis*	0=Negativo, 1=Positivo

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	39	2	4	5	0	1	0	0	0	2	2	2	5	0

X\_train

y\_train

A horizontal brace is positioned above the first five columns of the X\_train table, spanning from column 1 to column 5. A vertical arrow points downwards from the end of the X\_train table towards the y\_train table.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	22	2	4	5	0	2	0	0	0	2	2	2	5	0
0	25	2	4	5	0	10	10	6	7	2	2	2	4	1
1	39	2	2	5	0	0	0	0	0	2	2	2	4	1
0	66	1	4	5	0	11	0	11	2	2	2	2	2	0

X\_test

y\_test

A horizontal brace is positioned above the first five columns of the X\_test table, spanning from column 1 to column 5. A vertical arrow points downwards from the end of the X\_test table towards the y\_test table.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	39	2	4	5	0	1	0	0	0	2	2	2	5	0
0	76	2	4	5	0	0	0	0	0	2	2	2	2	0
1	37	2	4	3	0	0	0	0	0	2	2	2	4	1

# Árboles de decisión

---

## Saratoga houses

Datos de 1728 viviendas de Saratoga County (New York) de 2006. Cada vivienda se describe por medio de 16 variables



#	Atributo	Descripción
1	precio	precio de la vivienda en dólares
2	tamaño_lote	tamaño del lote en acres
3	antigüedad	años de construida la vivienda
4	precio_terreno	precio del terreno
5	area_construida	área construida en pies cuadrados
6	universitarios	porcentaje de habitantes del barrio que tienen título universitario
7	dormitorios	cantidad de dormitorios
8	chimenea	cantidad de chimeneas
9	baños	cantidad de baños (medio baño si no tiene ducha)
10	habitaciones	cantidad de habitaciones
11	calefacción	tipo de calefacción (electric, steam, hot air)
12	consumo_calefacción	tipo de combustible usado para la calefacción (electric, gas, oil)
13	desagüe	tipo de desagüe (septic, public, none)
14	vista_lago	indica si la vivienda tiene, o no, vista al lago
15	nueva_construcción	indica si la vivienda es, o no, nueva
16	aire_acondicionado	indica si la vivienda tiene, o no, aire acondicionado

#	Atributo	Descripción
1	precio	precio de la vivienda en dólares
2	tamaño_lote	tamaño del lote en acres
3	antigüedad	años de construida la vivienda
4	precio_terreno	precio del terreno
5	area_construida	área construida en pies cuadrados
6	universitarios	porcentaje de habitantes del barrio que tienen título universitario
7	dormitorios	cantidad de dormitorios
8	chimenea	cantidad de chimeneas
9	baños	cantidad de baños (medio baño si no tiene ducha)
10	habitaciones	cantidad de habitaciones
11	calefacción	tipo de calefacción (electric, steam, hot air)
12	consumo_calefacción	tipo de combustible usado para la calefacción (electric, gas, oil)
13	desagüe	tipo de desagüe (septic, public, none)
14	vista_lago	indica si la vivienda tiene, o no, vista al lago
15	nueva_construcción	indica si la vivienda es, o no, nueva
16	aire_acondicionado	indica si la vivienda tiene, o no, aire acondicionado

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
132500	0.09	42	50000	906	35	2	1	1	5	electric	electric	septic	No	No	No

y\_train

X\_train

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
122900	1.94	4	21200	1416	44	3	0	2	6	hot air	gas	none	No	No	No
158000	0.36	10	12100	1348	52	2	1	2	3	hot air	gas	public	No	No	Yes
257386	0.5	0	32000	2969	52	4	1	4	10	hot air	gas	public	No	Yes	No
62000	0.4	98	10500	1317	44	3	0	1	5	steam	gas	septic	No	No	No
132500	0.09	42	50000	906	35	2	1	1	5	electric	electric	septic	No	No	No
155000	0.41	13	18700	998	51	3	1	1	4	hot air	gas	septic	No	No	No

y\_test

X\_test

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
86060	0.11	0	15000	840	22	2	0	1	3	hot air	gas	public	No	Yes	Yes
120000	0.68	31	16500	1152	37	4	1	1	4	steam	electric	septic	No	No	No
142700	0.12	25	51000	1006	22	2	1	1	4	steam	egas	septic	No	No	No
225000	0.62	0	33000	2800	52	3	1	4	6	hot air	gas	septic	No	Yes	No

# Árboles de decisión

---

## Hiperparámetros de los árboles de regresión (DecisionTreeRegressor)

- **criterion:** es la función que indica la calidad de una división o split. Puede tomar los valores {"squared\_error", "friedman\_mse", "absolute\_error", "poisson"}
- **max\_depth:** indica cuál es la máxima profundidad a la cual puede llegar el árbol. Esto ayuda a combatir el overfitting pero también puede provocar underfitting.
- **min\_samples\_leaf:** indica cuál es la cantidad mínima de datos que debe tener un nodo hoja

<https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.tree.DecisionTreeRegressor.html>