



Árbol B*

Ing. Max Alejandro Antonio Cerna
Flores



Agenda

- Definición e Historia
- Características
- Operaciones
 - Búsqueda
 - Inserción
 - Borrado
- Ventajas y Desventajas

Definición e Historia

Es una variante del árbol B +.

Publicado por primera vez por Hans Berliner en 1979.

Requiere que los nodos no raíz estén por lo menos a $\frac{2}{3}$ de ocupación en lugar de $\frac{1}{2}$.

Características

El nodo raíz tiene un mínimo de dos y un máximo de $2[(2M-2)/3] + 1$ hijos (***aproximar hacia arriba***).

Los nodos no raíz tienen mínimo $(2M-1)/3$ hijos y un máximo de M .

Todas las hojas están en el mismo nivel (balanceado).

La división ocurre similar al árbol B y B+.

En las operaciones decimales de $(2M-1)/3$, ***se aproxima hacia abajo***. (ej. 2.5 \rightarrow 2)

Inserción

Similar al árbol B

Si el nodo aún no está lleno ($M-1$ claves), entonces simplemente se inserta.

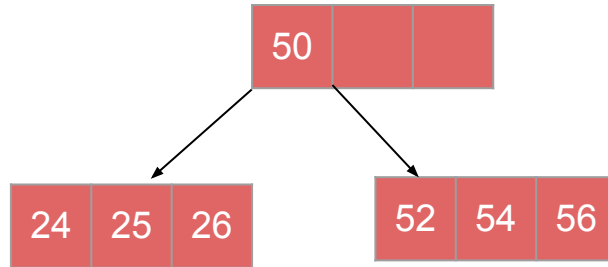
Si el nodo ya está lleno, entonces en lugar de generar 2 nodos, se generan 3 con la tercera parte del contenido del nodo original.

Inserción - Ejemplo 1

Si se inserta en un nodo hoja completo (que no es la raíz) y que tiene un hermano derecho completo (y cuyo padre tiene al menos una clave libre):

$M = 4$

Inserta 27

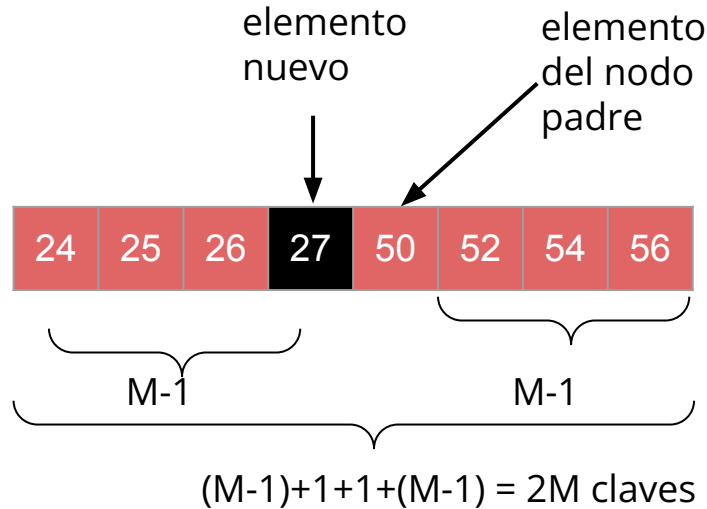


Inserción - Ejemplo 1

$M = 4$

Inserta 27

$(2M-1)/3$

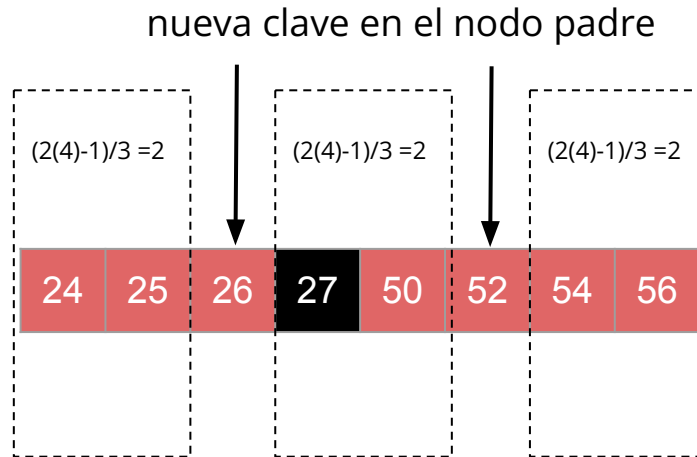


Inserción - Ejemplo 1

$M = 4$

Inserta 27

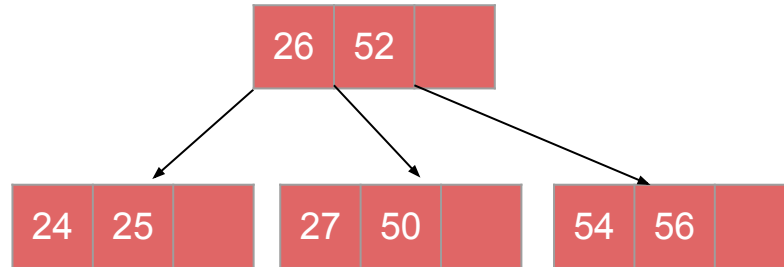
$(2M-1)/3$



Inserción - Ejemplo 1

$M = 4$

Inserta 27

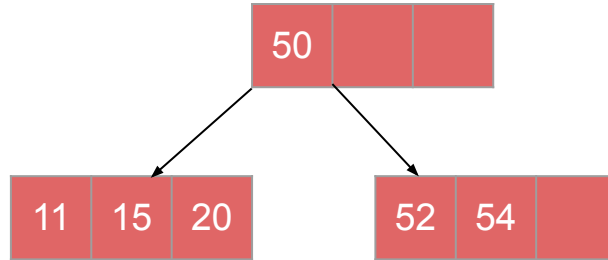


Inserción - Ejemplo 2

Si se inserta en un nodo hoja completo (que no es la raíz) con un hermano derecho vacío/no completo:

$M = 4$

Inserta 17

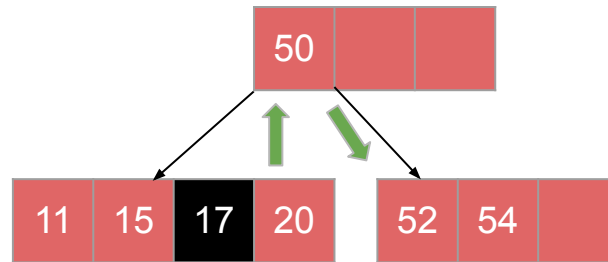


Inserción - Ejemplo 2

$M = 4$

Inserta 17

Préstamo

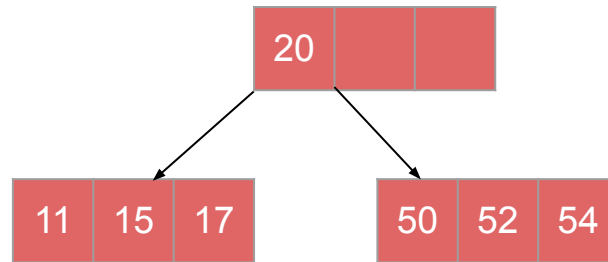


Inserción - Ejemplo 2

$M = 4$

Inserta 17

Préstamo

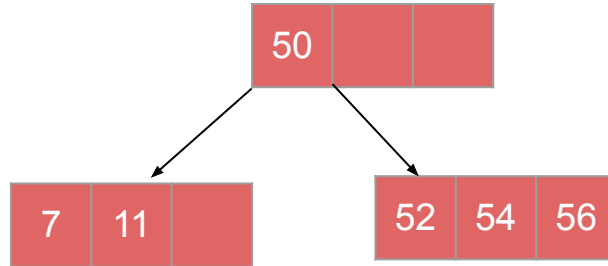


Inserción - Ejemplo 3

Si el nodo tiene espacio

$M = 4$

Inserta 27

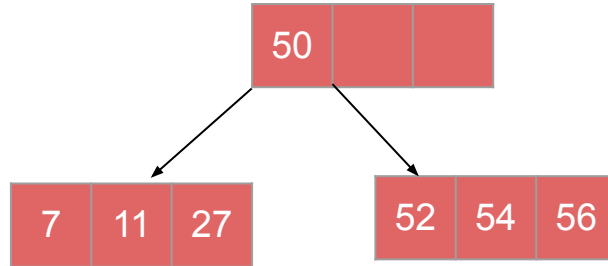


Inserción - Ejemplo 3

Si el nodo tiene espacio

$M = 4$

Inserta 27

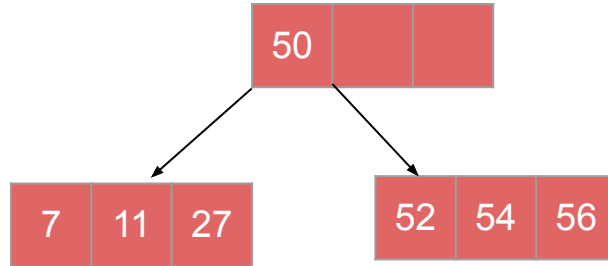


Inserción - Ejemplo 3

Si el nodo tiene espacio

$M = 4$

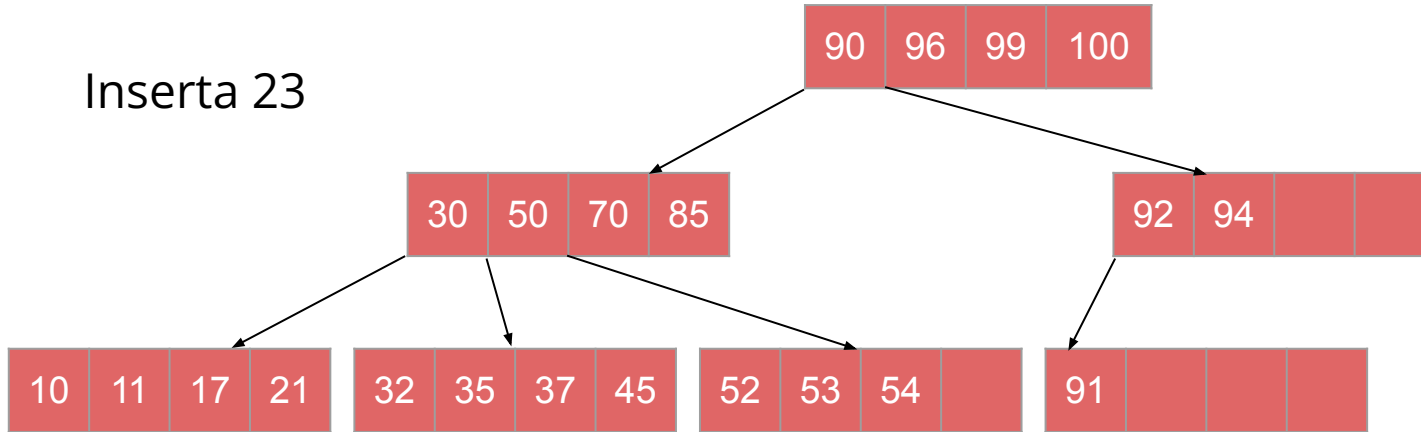
Inserta 27



Inserción - Ejemplo 4

$M = 5$

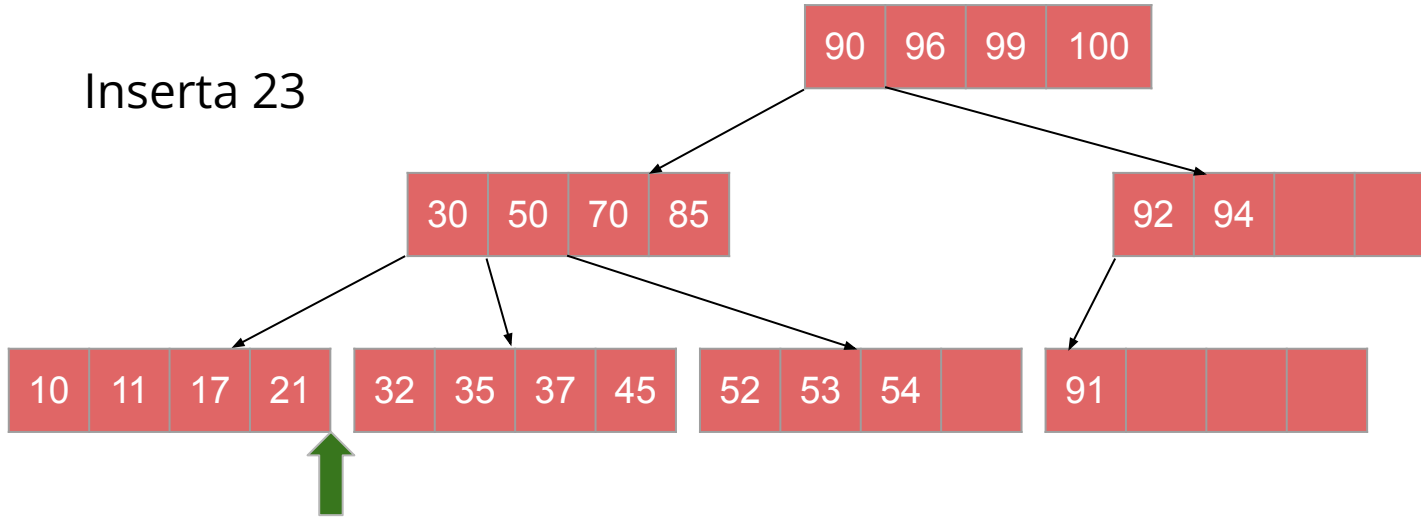
Inserta 23



Inserción - Ejemplo 4

$M = 5$

Inserta 23

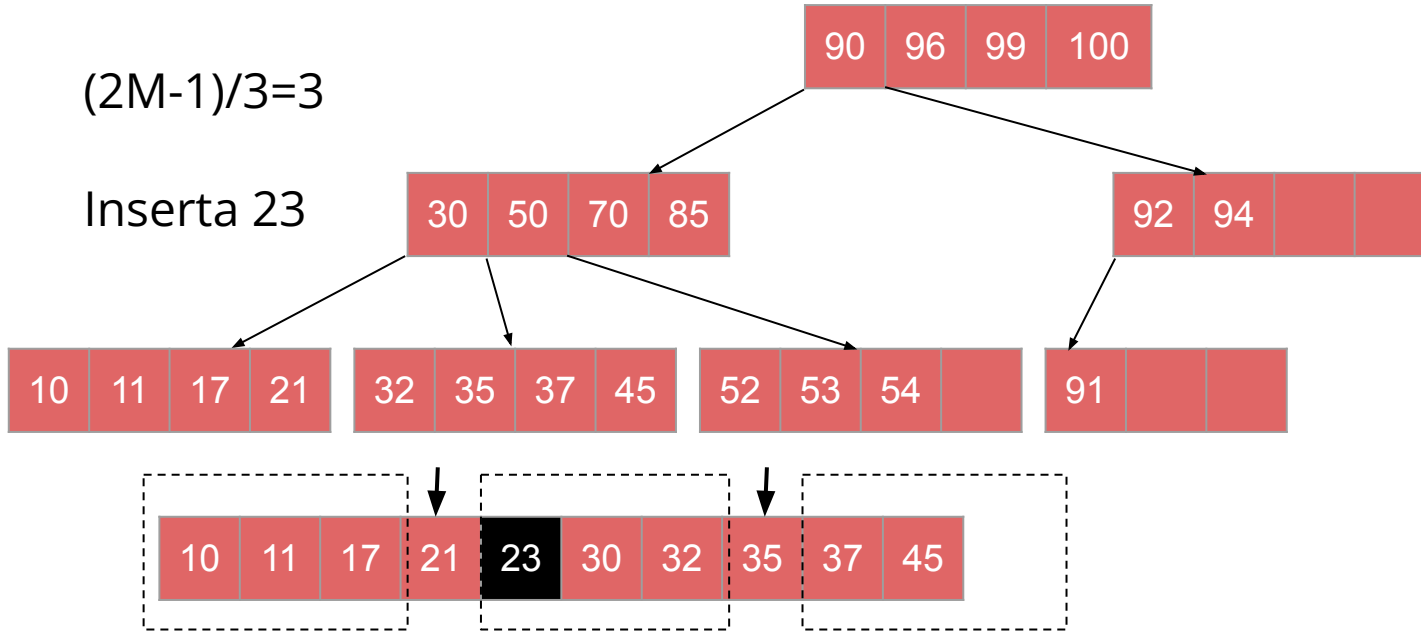


Inserción - Ejemplo 4

$M = 5$

$(2M-1)/3=3$

Inserta 23

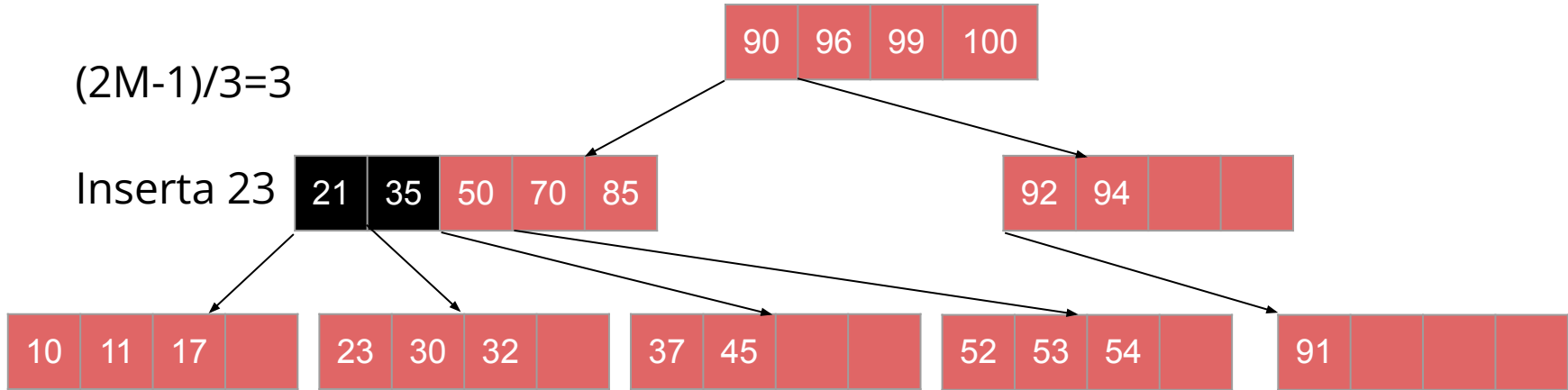


Inserción - Ejemplo 4

M = 5

$(2M-1)/3=3$

Inserta 23

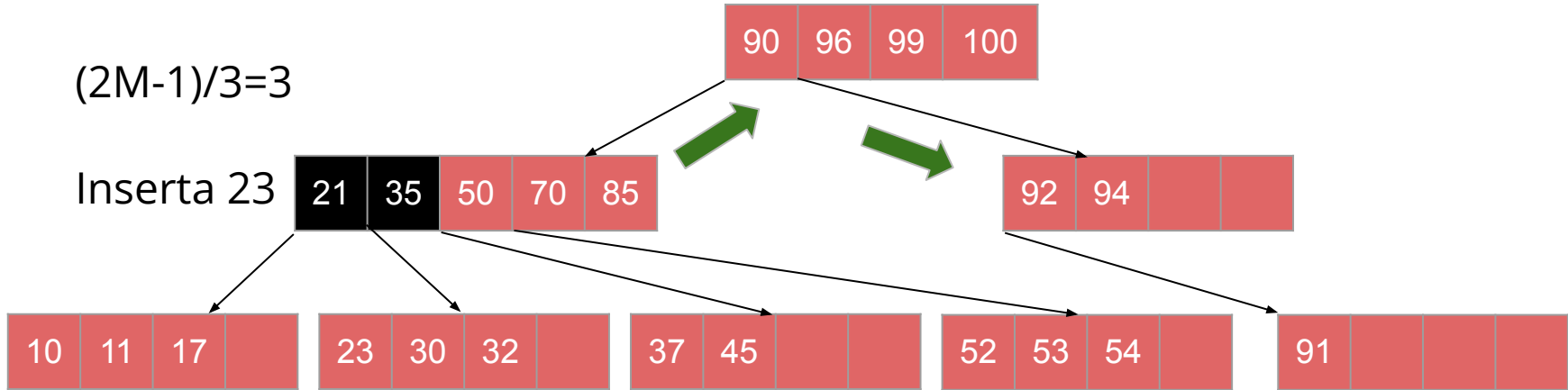


Inserción - Ejemplo 4

$M = 5$

$(2M-1)/3=3$

Inserta 23

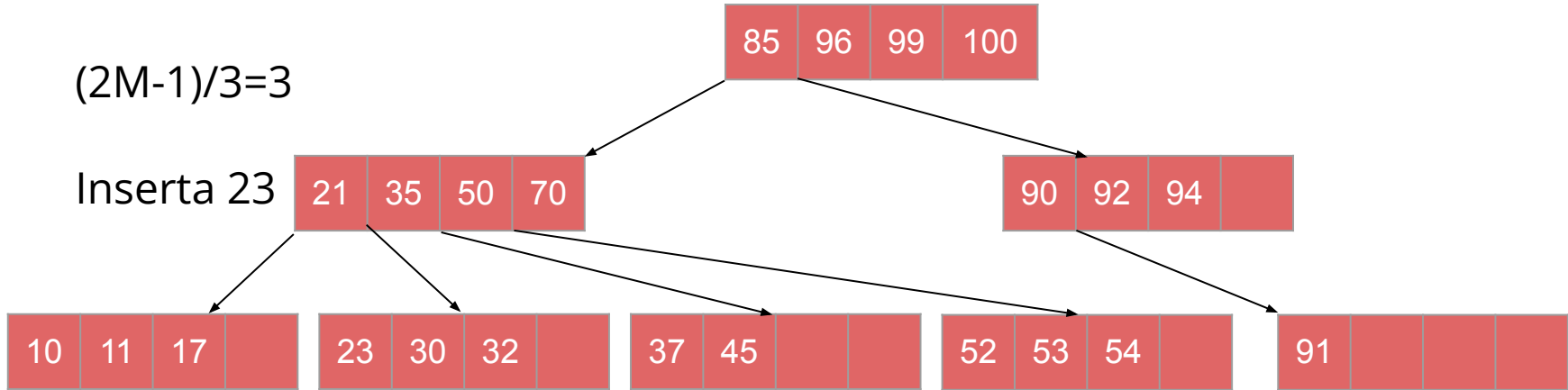


Inserción - Ejemplo 4

M = 5

$(2M-1)/3=3$

Inserta 23



Inserción con Raíz Llena

Se debe considerar la cuestión de dividir la raíz.

Por definición, nunca tiene hermanos.

Soluciones sugeridas (considerando “max raíz” = $2[(2M-2)/3] + 1$)

- a) préstamo a nodo hijo con menor espacio.
- b) realizar partición de forma convencional en 2 (como en árbol B/B+).
- c) **(Recomendada)** Knuth sugiere aprovechar la “max raíz” para dividir en 3 el nodo raíz.

Características de la solución de Knuth para raíz llena

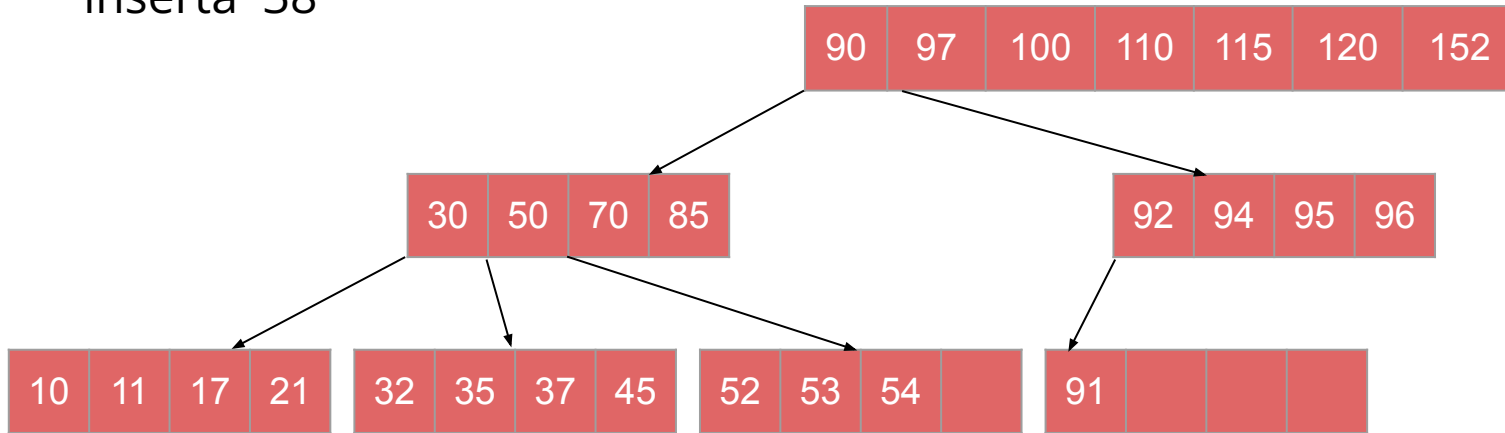
Permitir que la raíz crezca hasta un tamaño mayor que los demás nodos.

Tiene la ventaja de asegurar que todos los nodos por debajo del nivel de la raíz se adhieren a las características de los árboles B^* .

Inserción - Ejemplo 5

$M = 5$ max raíz = $2((2(5)-2)/3)+1 \Rightarrow \text{max raíz} = 6.33 \Rightarrow 7$

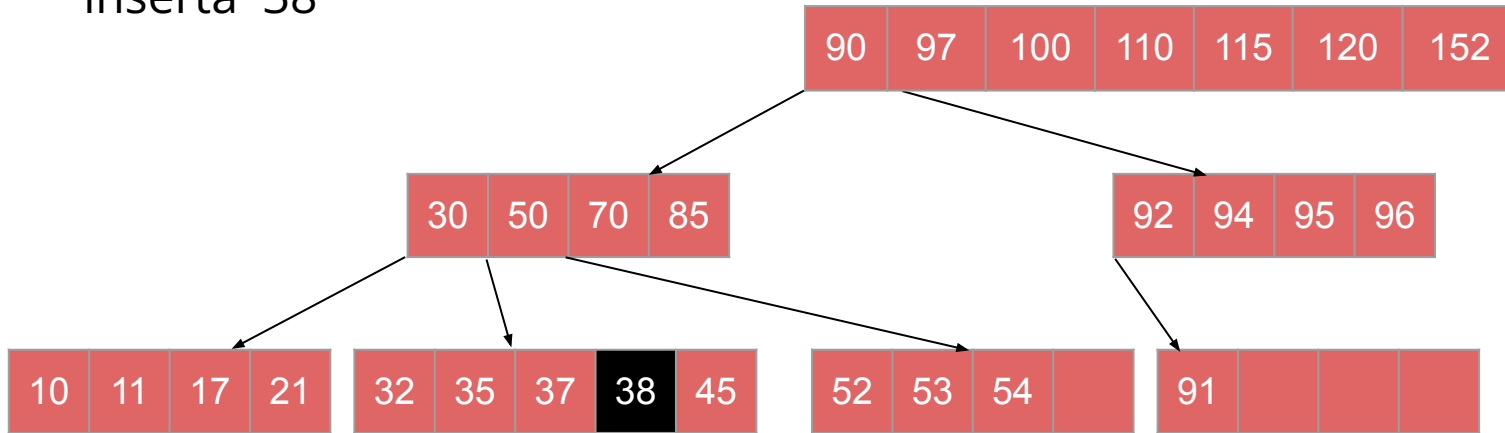
inserta 38



Inserción - Ejemplo 5

$M = 5$ max raíz = $2((2(5)-2)/3)+1 \Rightarrow$ max raíz = 7

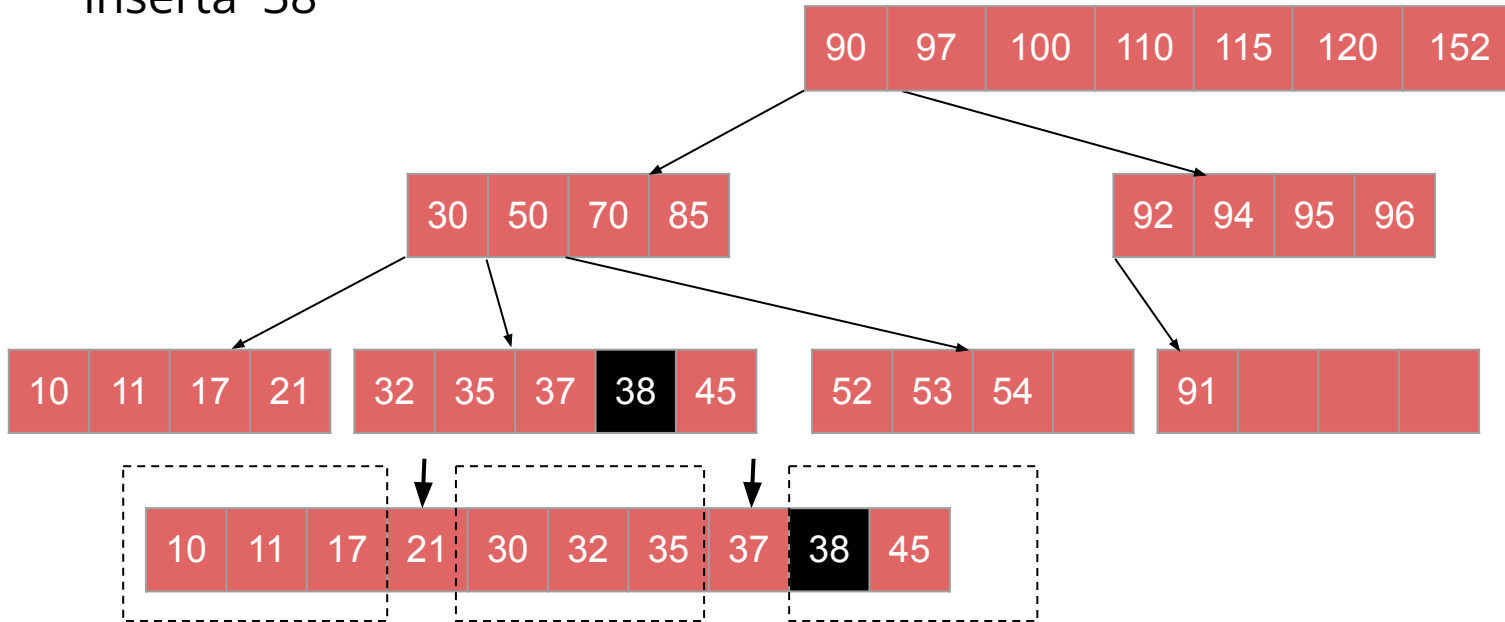
inserta 38



Inserción - Ejemplo 5

$M = 5$ $\text{max raiz} = 2((2(5)-2)/3)+1 \Rightarrow \text{max raíz} = 7$

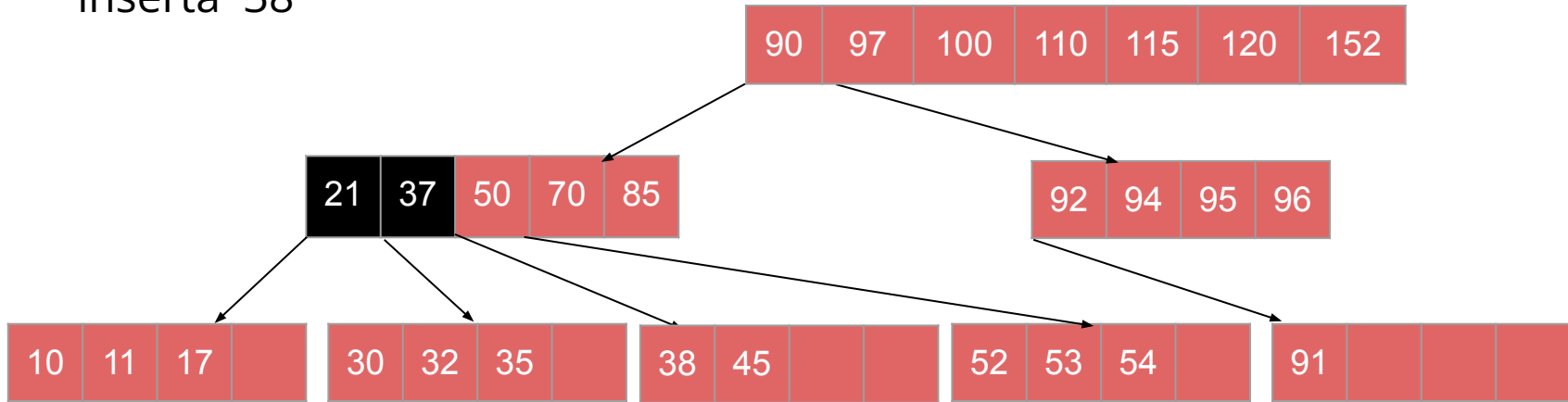
inserta 38



Inserción - Ejemplo 5

M = 5 max raiz = 7

inserta 38



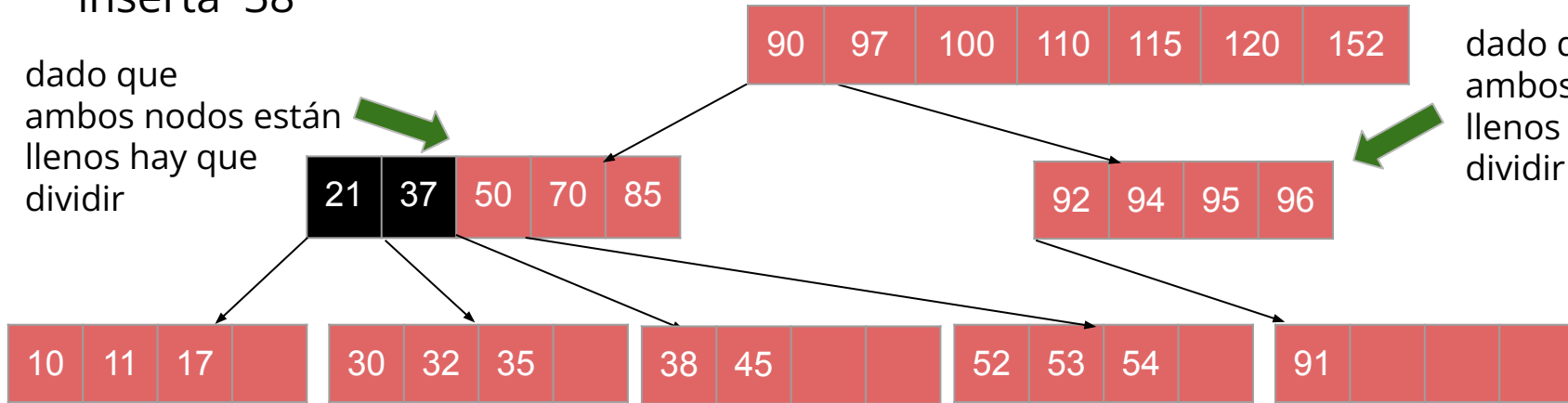
Inserción - Ejemplo 5

$M = 5$ max raiz = 7

inserta 38

dado que
ambos nodos están
llenos hay que
dividir

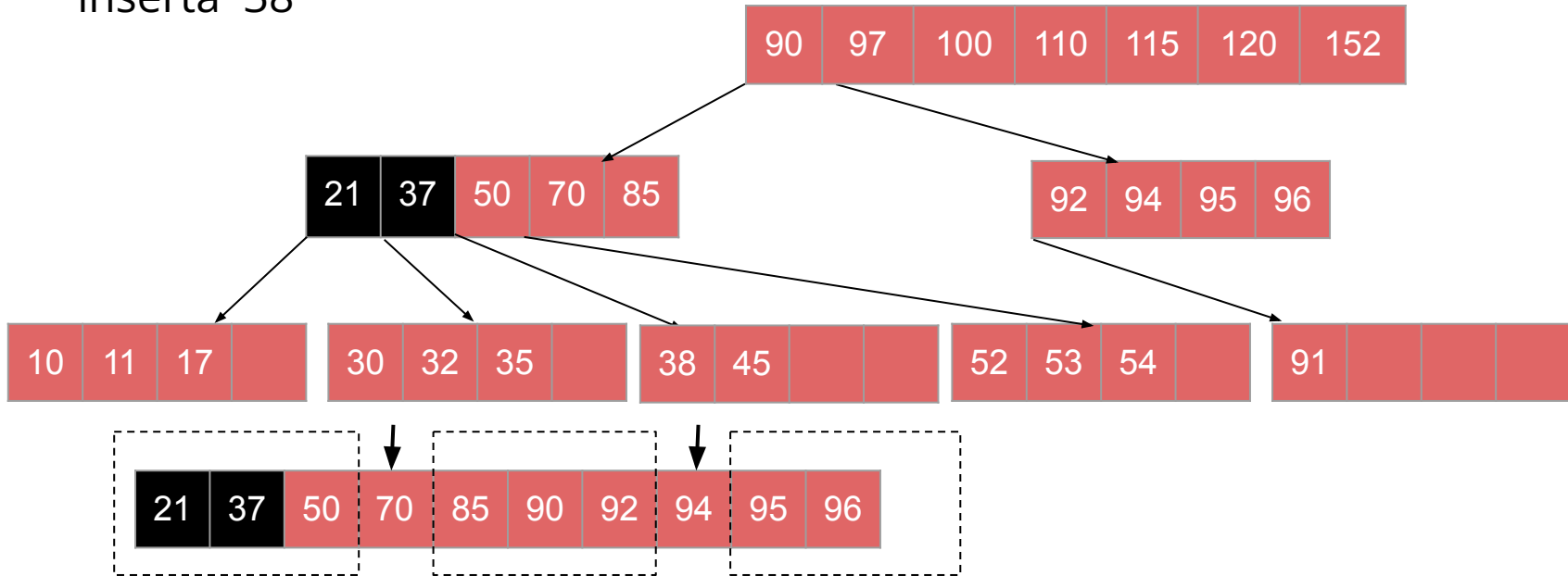
dado que
ambos nodos están
llenos hay que
dividir



Inserción - Ejemplo 5

M = 5 max raiz = 7

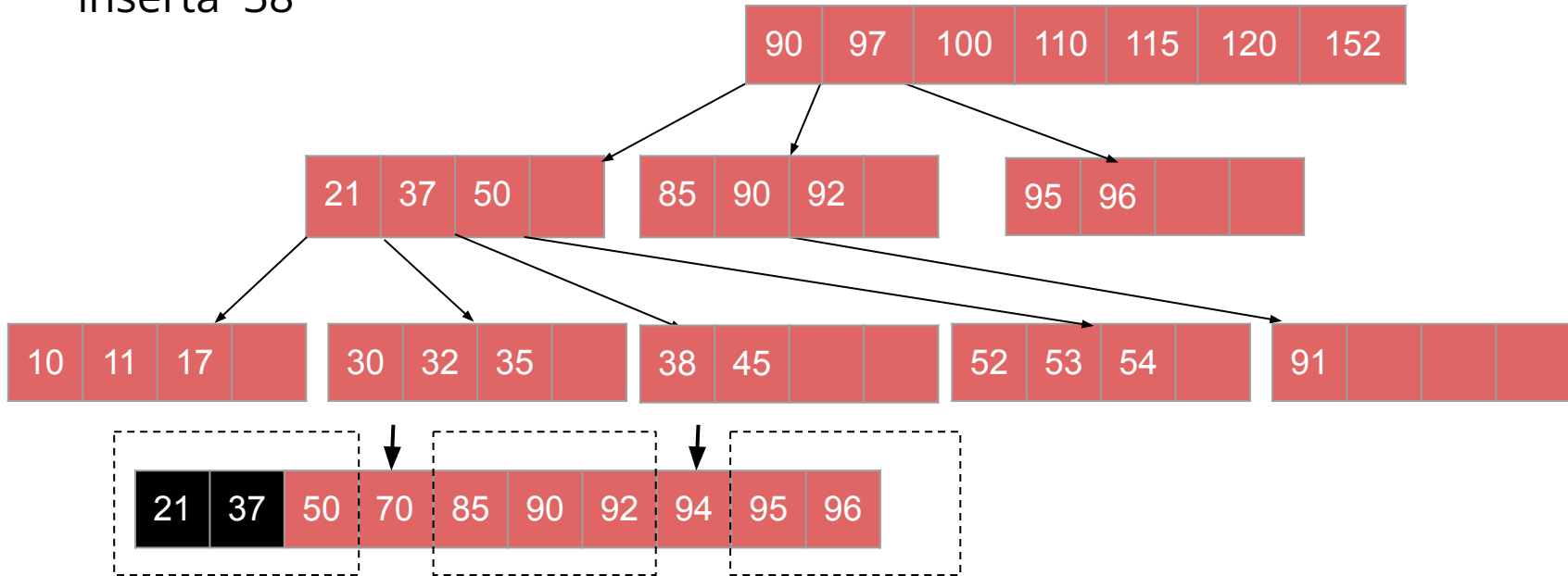
inserta 38



Inserción - Ejemplo 5

M = 5 max raiz = 7

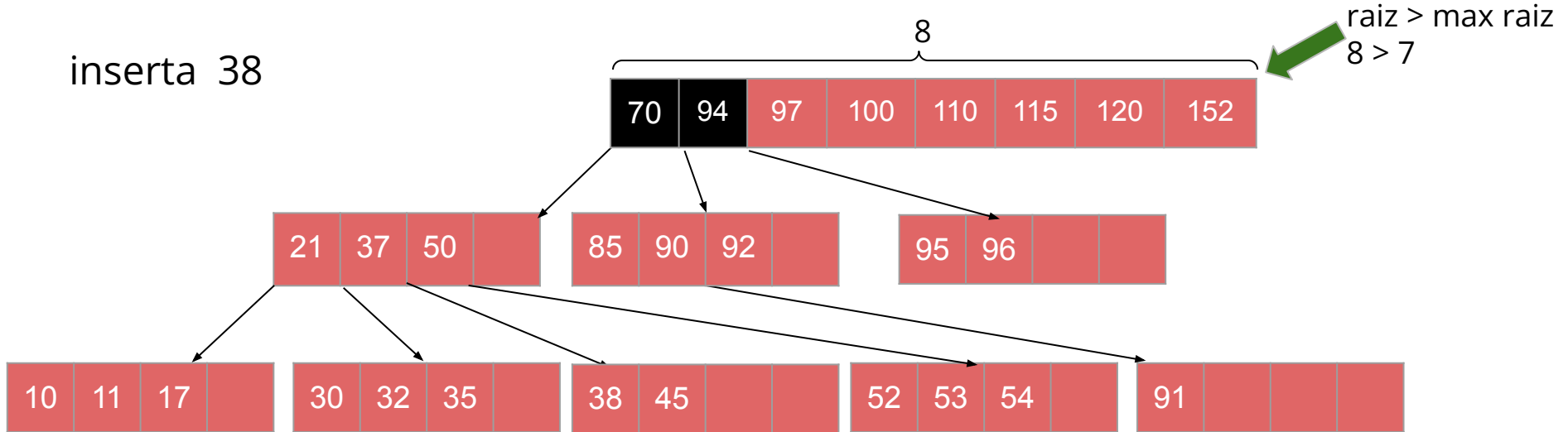
inserta 38



Inserción - Ejemplo 5

M = 5 max raiz = 7

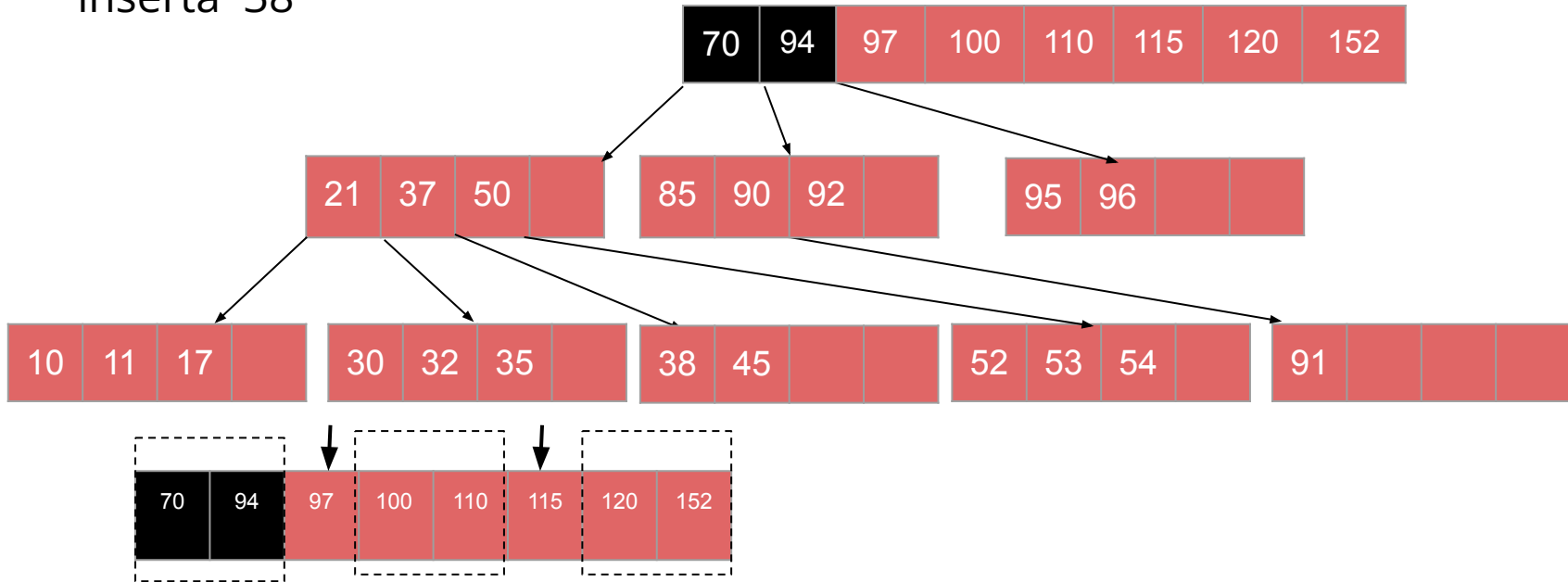
inserta 38



Inserción - Ejemplo 5

M = 5 max raiz = 7

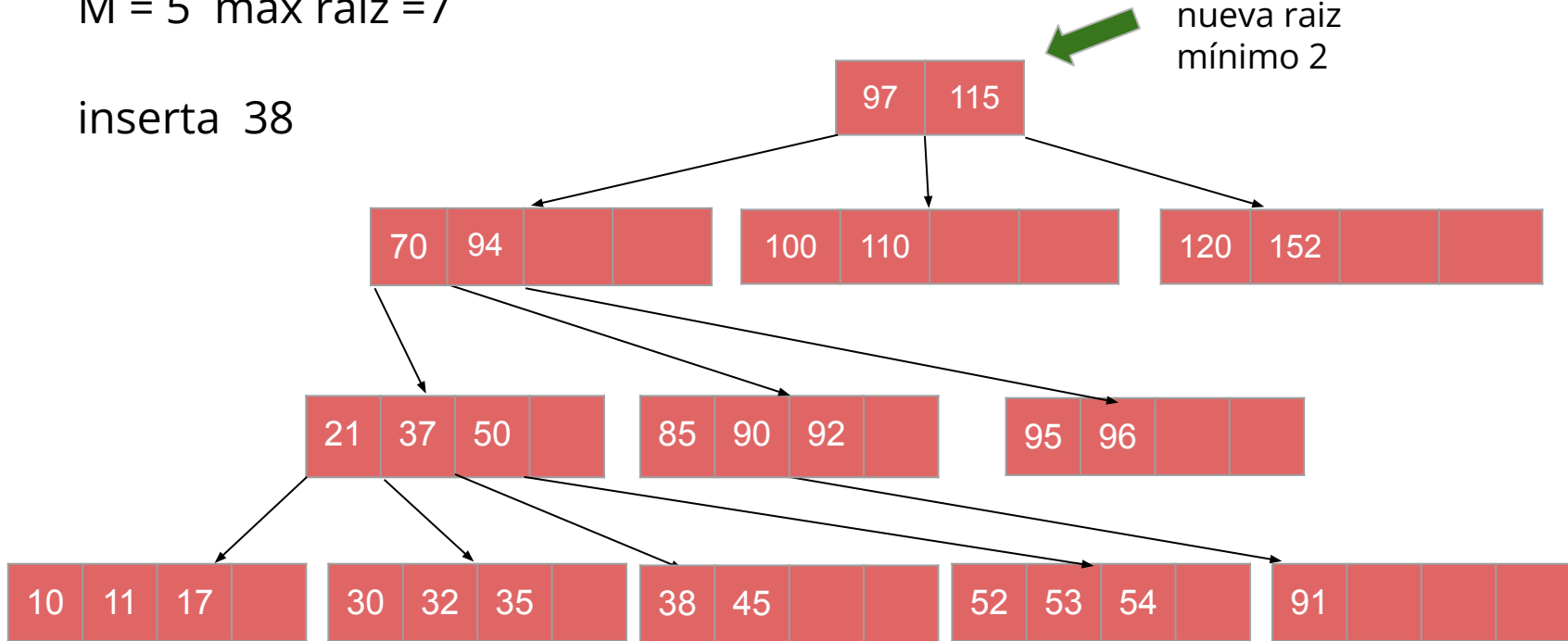
inserta 38



Inserción - Ejemplo 5

M = 5 max raíz = 7

inserta 38



Ventajas y Desventajas

Su mayor ventaja es su característica única llamada división 'dos a tres'. El número mínimo de claves es dos tercios, lo que hace que los datos sean mucho más compactos.

Su mayor desventaja es el proceso de borrado por el cálculo de claves que implica volviéndolo más complejo y pesado.

La implementación de B^* es más compleja debido a sus condiciones a cumplir, por lo que contribuye a que no se use con tanta regularidad como los árboles B y B^+ .