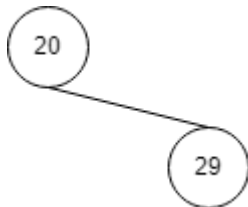


Ejercicio 12

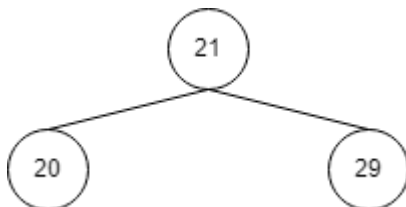
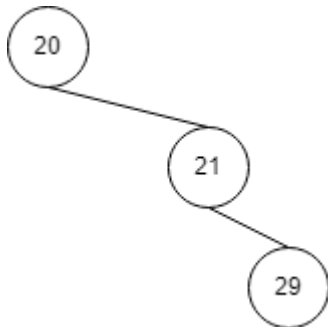
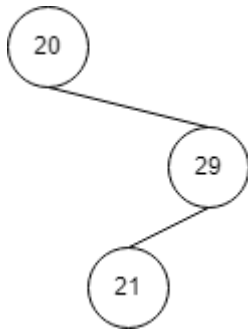
Agregar el 20



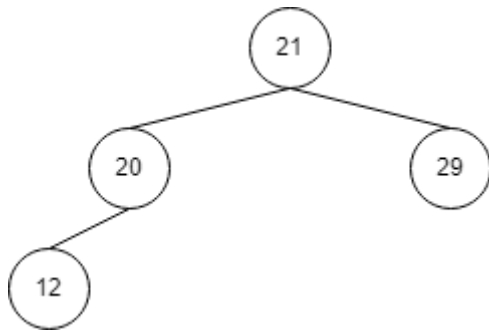
Agregar el 29. Se agrega a la derecha porque el número es mayor al anterior



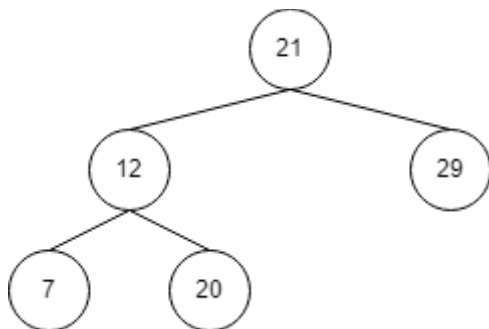
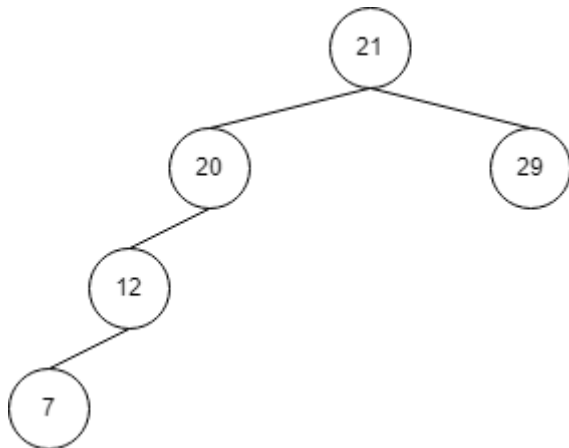
Agregar el 21. Se agrega a la derecha del número anterior (29) porque el número es mayor al anterior. Se realiza una rotación doble derecha porque el árbol estaba desbalanceado.



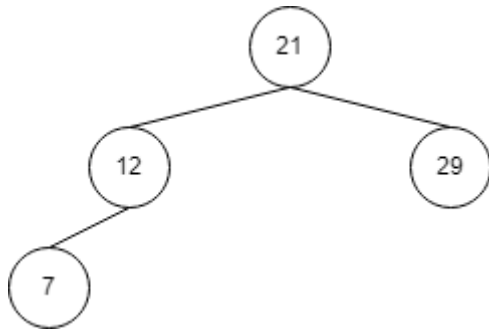
Agregar el 12. Se agrega a la izquierda de la hoja 20 porque el número es menor. Se agrega a la izquierda porque el número es menor al anterior.



Agregar el 7. Se agrega a la derecha del número anterior (29) porque el número es mayor al anterior. Se realiza una rotación simple derecha porque el árbol estaba desbalanceado.



Eliminar el 20. Se elimina el 20 buscándolo, como el árbol queda balanceado no se debe hacer más nada.

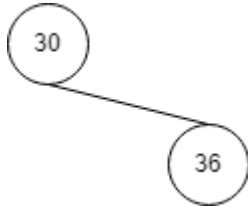


Ejercicio 13

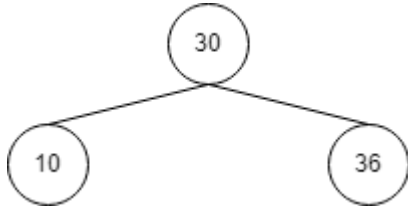
Agregar el 30



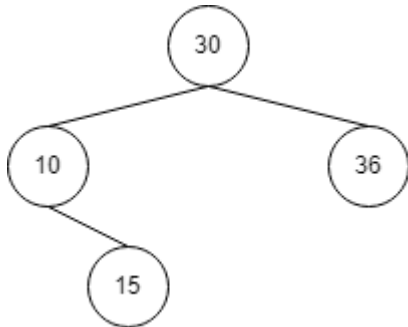
Agregar el 36. Se agrega a la derecha porque el número es mayor al 30.



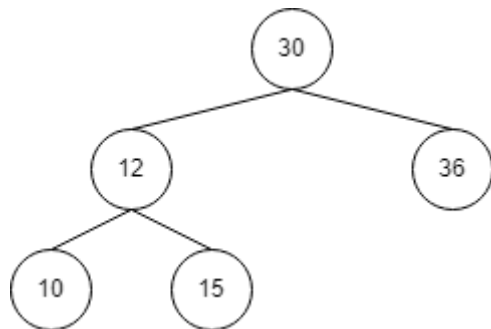
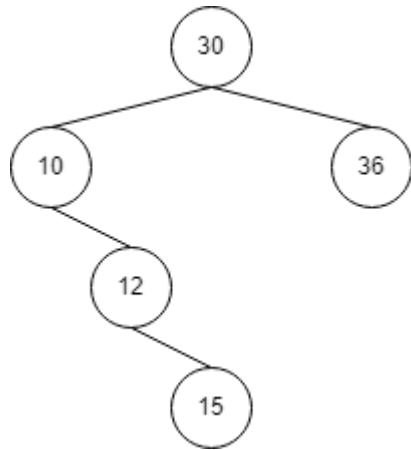
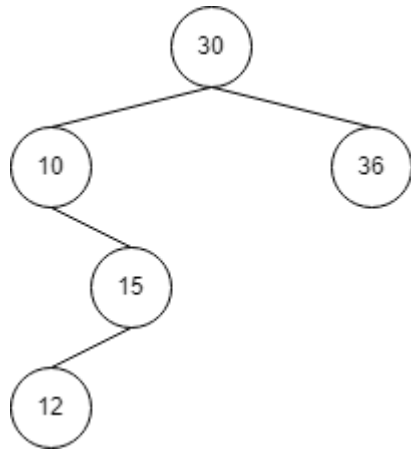
Agregar el 10. Se agrega a la izquierda porque el número es menor al 30.



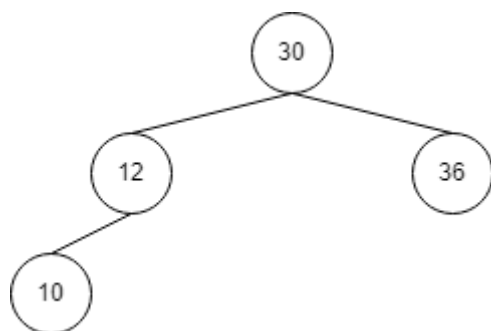
Agregar el 15. Se agrega a la derecha porque el número es mayor al 10, pero menor al 30



Agregar el 12. Rotación doble derecha. Se agrega a la izquierda del número anterior (15) porque el número es menor al anterior. Se realiza una rotación doble derecha en el lugar donde se agregó la hoja, porque el árbol estaba desbalanceado.



Eliminar el 15. Se elimina el 15 buscándolo, como el árbol queda balanceado no se debe hacer más nada.



Ejercicio 14:

Como el orden es 4 la cantidad máxima de claves por cada nodo será igual a $3(q - 1)$

Agregar el 82

82		
----	--	--

Agregar el 12. Se agrega a la izquierda del 82, porque es menor.

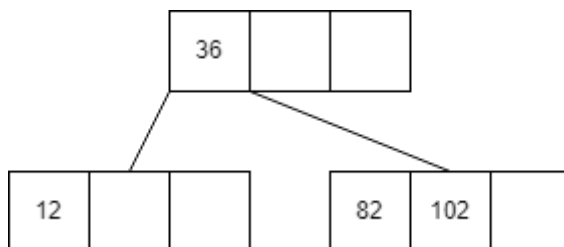
12	82	
----	----	--

Agregar el 102. Se agrega a la derecha del 102, porque es mayor.

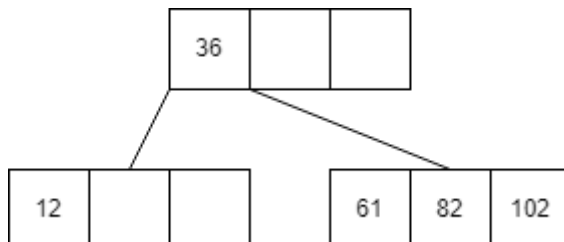
12	82	102
----	----	-----

Agregar el 36. Utilizo el 36 como elemento "dummy" para hacer un Split (además se hace el Split desde el elemento "central")

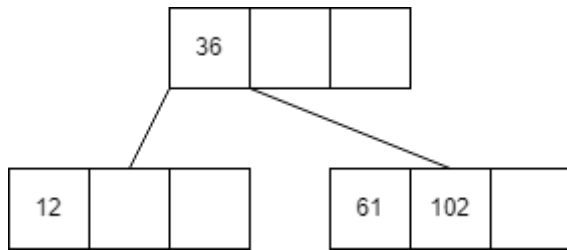
12	36	82	102
----	----	----	-----



Agregar el 61. Es mayor que el 36, por lo que va por la derecha, y se pone a la izquierda del 82, y del 102 porque es menor.



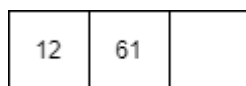
Eliminar el 82. Se elimina el 82 buscándolo, como el árbol queda balanceado no se debe hacer más nada.



Eliminar el 36. Al eliminar el 36, estamos eliminando el nodo interno, por lo que se debería reemplazar por el máximo hijo del izquierdo, sin embargo, como no se puede, lo paso a reemplazar por el mínimo hijo derecho, el 61



Eliminar el 102. Al eliminar el 102 se hace una fusión de las claves restantes, ya que el nodo hoja derecho quedaría con un número de claves menor al permitido. Además, la otra hoja, tiene 1 o menos por lo que se puede realizar una fusión.



Ejercicio 15:

Como el orden es 5 la cantidad máxima de claves por cada nodo será igual a $4(q - 1)$

Agregar 53

53			
----	--	--	--

Agregar 62. Agregar el 62. Se agrega a la derecha del 53, porque es mayor.

53	62		
----	----	--	--

Agregar 31. Se agrega a la izquierda del 31 de todo el nodo, porque es menor.

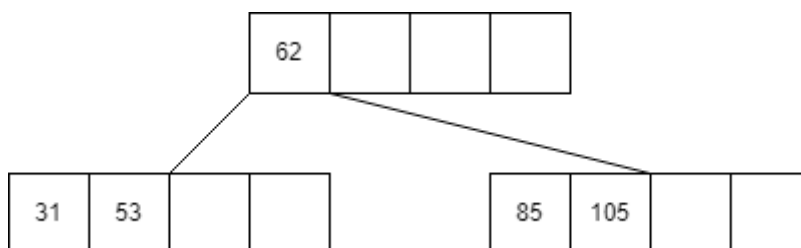
31	53	62	
----	----	----	--

Agregar 105. Se agrega a la derecha del 105 de todo el nodo, porque es mayor.

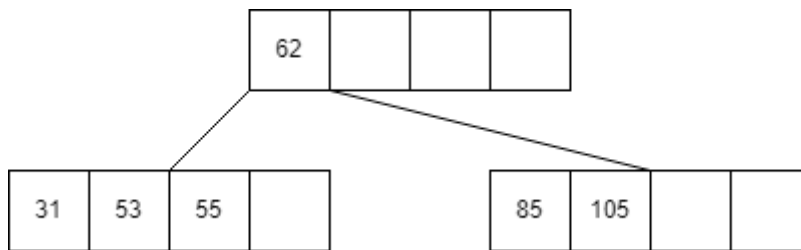
31	53	62	105
----	----	----	-----

Agregar 85. Utilizo el 85 como elemento “dummy” para hacer un Split (además se hace el Split desde el elemento central)

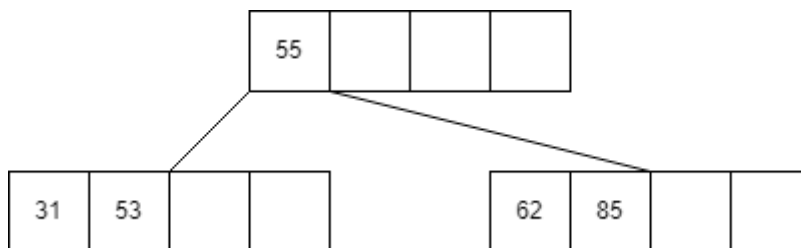
31	53	62	85	105
----	----	----	----	-----



Agregar 55. Es menor que el 62, por lo que va por la izquierda, y se pone a la derecha de toda la hoja izquierda porque sería el mayor.



Eliminar 105. Como la hoja derecha quedara desbalanceada, la hoja izquierda realiza una donación, haciendo que el 55 pase al nodo interno y el 62 para la hoja derecha, completando la donación.



Eliminar 62. Al eliminar el 62 se hace una fusión de las claves restantes, ya que el nodo hoja derecho quedaría con un numero de claves menor al permitido, que es 2. Además, la otra hoja, tiene 2 o menos por lo que se puede realizar una fusión.

