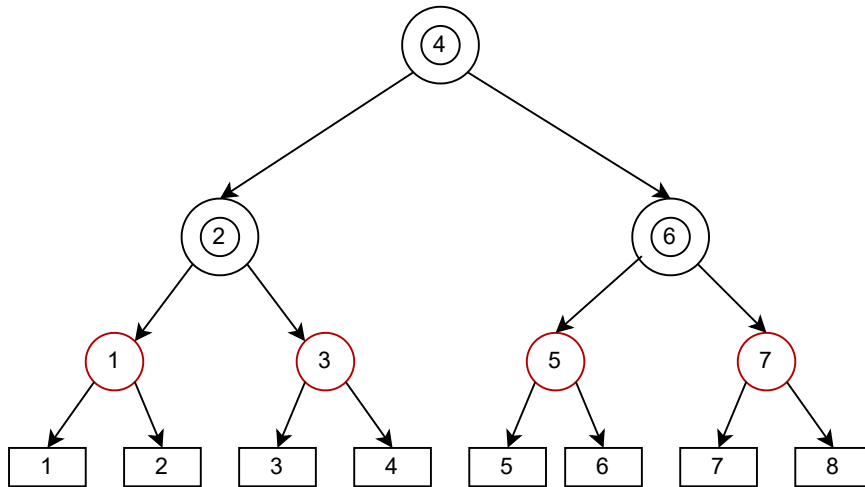
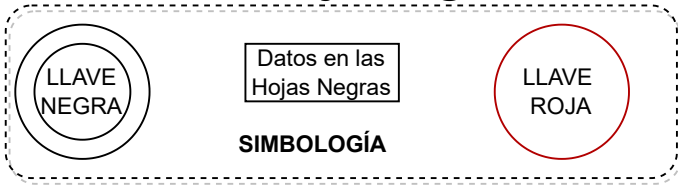


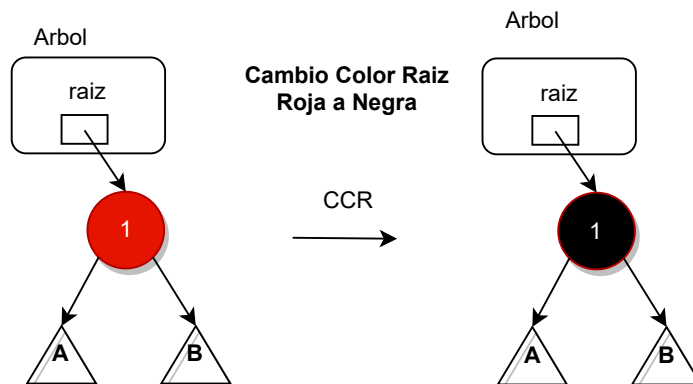
Árbol Rojo Negro



OPERACIONES PARA INSERCIÓN DE DATOS Y SUS ABREVIATURAS

La idea es que el árbol tenga nodos negros cerca de la base para poder agregar una nueva hoja con una llave roja en común con el dato que se ubica en la posición donde se lleva a cabo la inserción

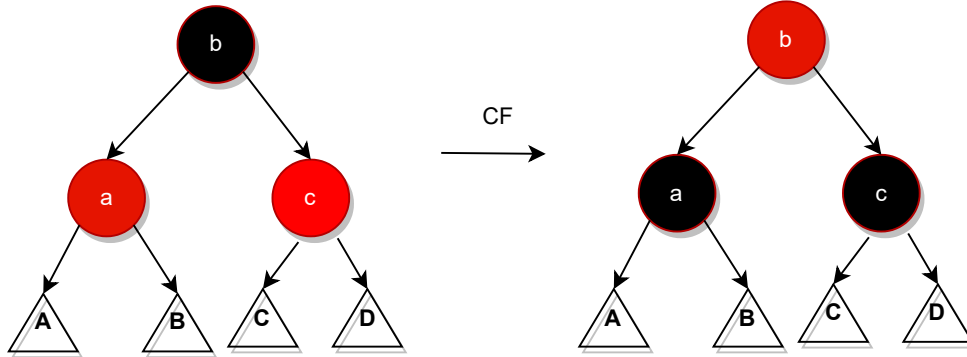
1. **Cambio Color Raíz Roja a Negra (CCR).** Si la raíz es roja se debe cambiar a negra.
2. **Color-Flip (CF).** Si un nodo negro tiene dos hijos rojos se deben pasar los hijos a color negro y su padre a rojo.
3. **Insertar Hoja (IH).** Al agregar una nueva hoja, si el árbol no está vacío se debe crear un nodo rojo con el valor de la llave del menor de los dos valores que quedarán como sus hijos en las hojas.
4. **Rotación Simple (RSI y RSD).** Si hay dos nodos rojos consecutivos ubicados como hijos del mismo lado que el lado en el que el nodo rojo superior se encuentra con respecto a su padre negro, se debe llevar a cabo una rotación simple. El destino hacia el que se mueven los nodos determina si corresponde a una rotación simple derecha **RSD** o rotación simple izquierda **RSI**. La rotación simple hace que el nodo rojo superior ascienda y tome a su padre como hijo. Le debe asignar al lado opuesto del padre el hijo que se encuentra actualmente en la posición del hijo que es sustituido por el padre.
5. **Rotación Doble (RDI y RDD).** Si hay dos nodos rojos consecutivos ubicados entre sí en dirección opuesta al lado en el que se ubica el nodo rojo superior con respecto a su padre negro, se debe llevar a cabo una rotación doble. El destino hacia el que se mueven los nodos determina si corresponde a una rotación doble derecha **RDD** o rotación doble izquierda **RDI**. La rotación doble hace que el nodo rojo inferior ascienda y tome a su padre y abuelo como hijos. Les debe asignar al padre y abuelo, en los lados opuestos al de los hijos que se encuentra actualmente en las posiciones donde se colocan el padre y abuelo.
6. **Re-Coloreo (RC).** Luego de una rotación simple o doble el nodo que subió debe quedar de color negro y sus hijos de color rojo. Se recomienda programar la operación de re-coloreo en forma independiente a las rotaciones.



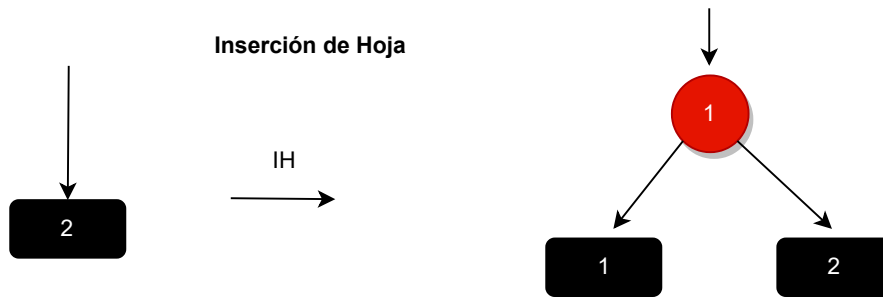
CARACTERÍSTICAS

1. El árbol Rojo Negro establece una asociación entre pares de valores (llave, valor). La llave se usa para ubicar los datos asociados o valores.
2. Todos los nodos tienen un color negro o rojo.
3. Los datos se almacenan en las hojas y se presentan con rectángulos de color negro.
4. Todas las hojas son rectangulares y de color negro.
5. Los nodos que no son hojas deben tener siempre dos hijos y almacenan solo los valores de llaves de búsqueda. Se representan con círculos. Si son negros se usa doble línea y si son rojos línea simple.
6. Todas las hojas deben estar a la misma altura. La altura de una hoja está dada por la cantidad de nodos negros que hay desde la raíz hasta la hoja, incluyendo ambas, menos 1.
7. No pueden haber 2 nodos rojos consecutivos.

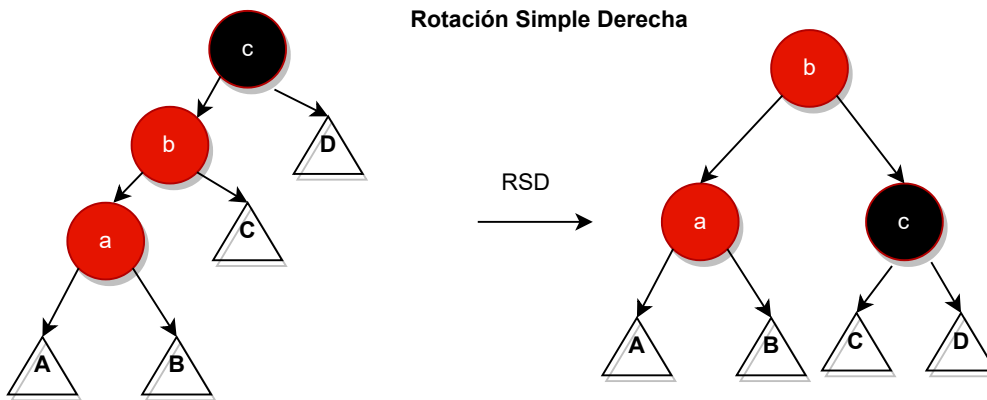
Color Flip



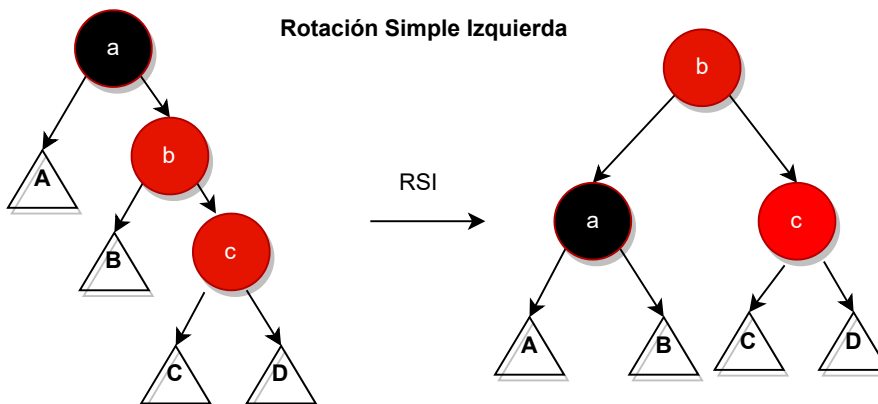
Inserción de Hoja



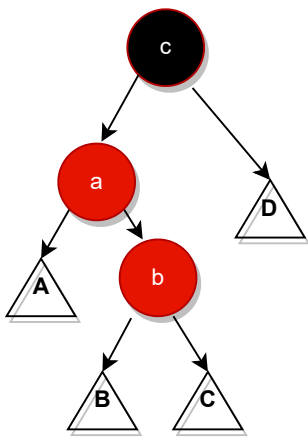
Rotación Simple Derecha



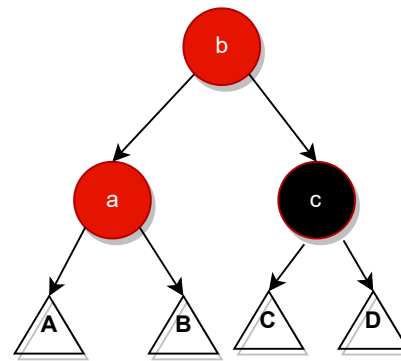
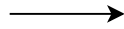
Rotación Simple Izquierda



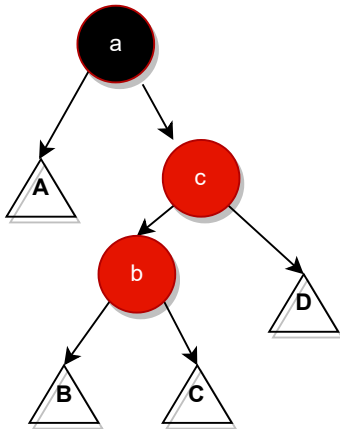
Rotación Doble Derecha



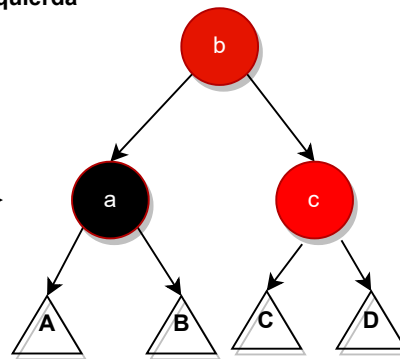
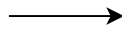
RDD



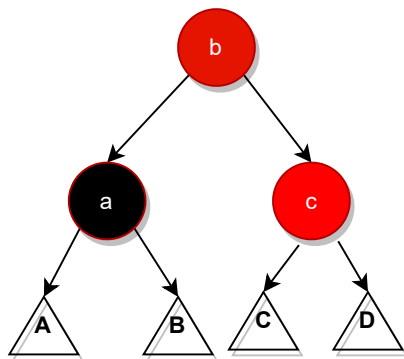
Rotación Doble Izquierda



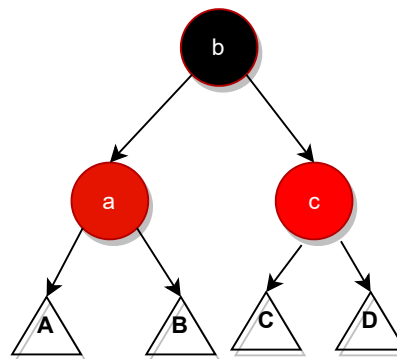
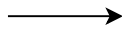
RDI



Recoloreo



RC



RC

