- Tenemos la relación $R(a,b,c,d)$, con tamaño 1 millón de tuplas y cada página/bloque contiene $B>2$ tuplas ordenados de manera aleatoria, a es la llave que va del 0 al 999.999, para cada consulta esrcibeir el numero de I/O que harán cada uno de los siguientes casos

a) Encontrar todas las tuplas de R

- Analizar R sin ningún índice

Tiene un $#(I/O) = 1.000.000/B$, ya que pasamos por todos las tuplas de manera secuencial

- Usar un $B+Tree$ unclustered sobre el atributo a. El árbol es de altura h y cada página contiene P punteros ($P>B$)

Tiene un costo de $#(I/O) = 1 + [1.000.000/P] + h$, por la fórmula de la altura del árbol, más el costo de buscar en la página de punteros, más el costo de buscar en la página de datos

- Usar un $B+Tree$ clustered sobre el atributo a (Archivo ordenado por a). El árbol es de altura h y cada página de hoja está ocupada al 60%.

Usando la fórmula $#(I/O) = h+B_m (-1) con B_m el numero de bloques con registros que calzan la busqueda

Tiene un costo de $#(I/O) = h + B_m (-1)$, con $B_m = 60% * 1.000.000/B$

- Usar un Hash Index unclustered. Cada página del índice contiene P punteros ($P>B$)

Tiene un costo de $#(I/O) = 1.000.000%P/B$

- Usar un Hash Index clustered

Tiene un costo de $#(I/O) = 1.000.000/B$, ya que pasamos por todos las tuplas de manera secuencial

b) Encontrar todas las tuplas de R tal que $a<50$

- Analizar R sin ningún índice

Tiene un $#(I/O) = 500.025/B$, ya que el peor caso es 1.000.000 y el mejor es 50

- Usar un $B+Tree$ unclustered sobre el atributo a. El árbol es de altura h y cada página contiene P punteros ($P>B$)

Tiene un costo de $#(I/O) = 1 + [50/P] + h$, por la fórmula de la altura del árbol, más el costo de buscar en la página de punteros, más el costo de buscar en la página de datos

- Usar un $B+Tree$ clustered sobre el atributo a (Archivo ordenado por a). El árbol es de altura h y cada página de hoja está ocupada al 60%.

Tiene un costo de $#(I/O) = h + B_m (-1)$, con $B_m = 60% * 50/B$

- Usar un Hash Index unclustered. Cada página del índice contiene P punteros ($P>B$)

Tiene un costo de $#(I/O) = 50%P/B$

- Usar un Hash Index clustered

Tiene un costo de $#(I/O) =

c) Encontrar todas las tuplas de R tal que $a=50$

- Analizar R sin ningún índice

Tiene un $#(I/O) = 500.000/B$, ya que el peor caso es 1.000.000 y el mejor es 1

- Usar un $B+Tree$ unclustered sobre el atributo a. El árbol es de altura h y cada página contiene P punteros ($P>B$)

Tiene un $#(I/O) = h+1$ por la fórmula de la altura del árbol, más el costo de buscar en la página de punteros, más el costo de buscar en la página de datos

- Usar un $B+Tree$ clustered sobre el atributo a (Archivo ordenado por a). El árbol es de altura h y cada página de hoja está ocupada al 60%.

Tiene un costo de $#(I/O) = h + (5/3)*B_m$, se busca índice

- Usar un Hash Index unclustered. Cada página del índice contiene P punteros ($P>B$)

Tiene un costo de $#(I/O) = 2$, se busca el índice y la dirección del puntero.

- Usar un Hash Index clustered

Tiene un costo de $#(I/O) = 1$, se busca el índice.

P2

a)

Datos sin índice

- opt.pelicula10000 -> btree (nombre, anho)
- opt.personaje10000 -> btree (a_nombre, p_nombre, p_anho, personaje)
- opt.actor10000 -> btree (nombre)

Datos con índice

- opti.pelicula10000 -> btree (nombre, anho), btree (genero), btree (nombre)
- opti.personaje -> btree(a_nombre), btree(p_anho), btree(p_nombre), btree(p_nombre, p_anho)
- opti.actor1000 -> btree (nombre), btree (genero), btree (nombre)

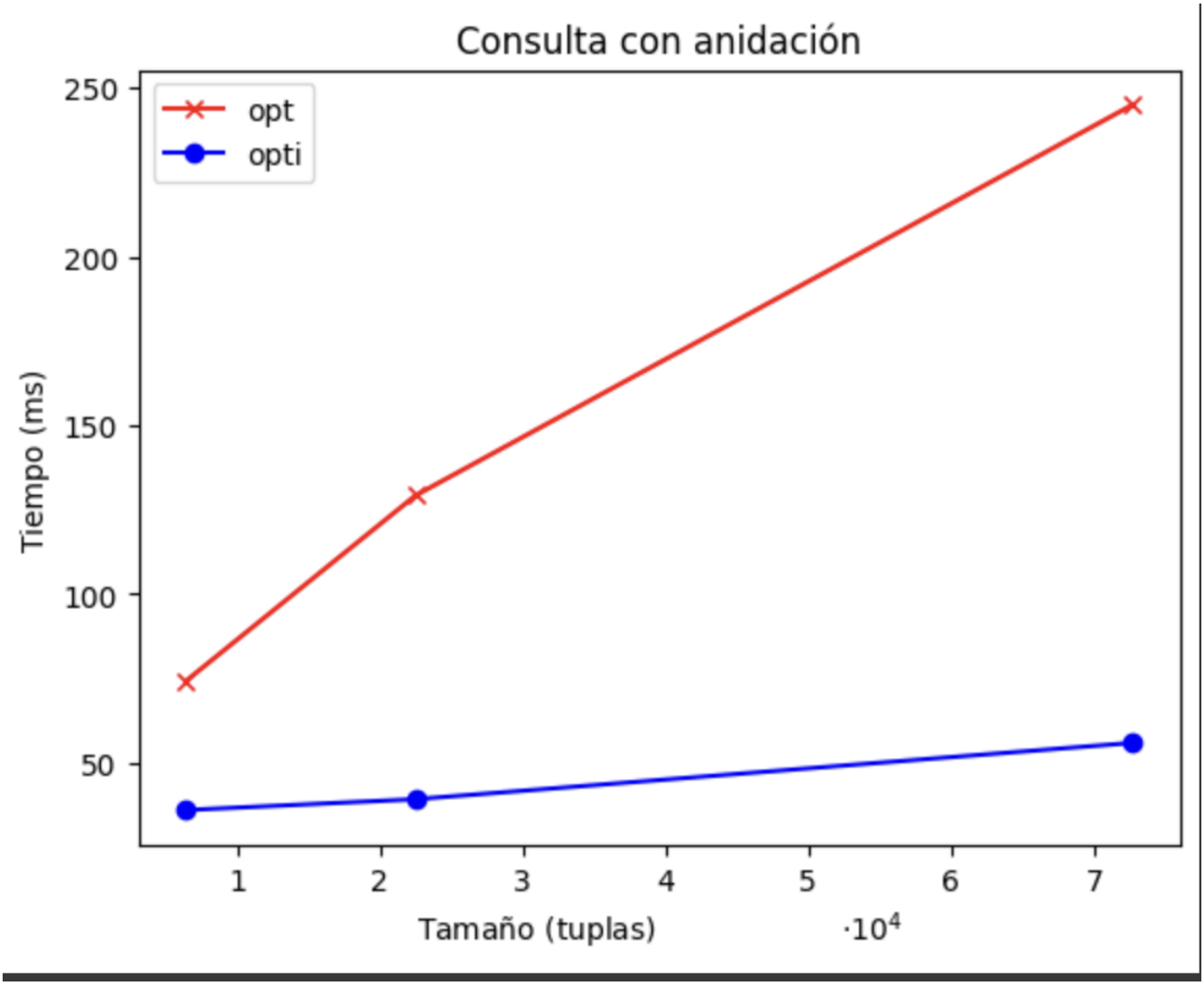
b)

- La consultas que se realizó fue:

```
-- CON ANIDACIÓN
EXPLAIN ANALYZE
SELECT DISTINCT pelicula.nombre, pelicula.anho
FROM    opti.pelicula100 AS pelicula,
        opti.personaje100 AS personaje
WHERE pelicula.nombre = personaje.p_nombre
AND   pelicula.anho   = personaje.p_anho
AND   personaje.a_nombre IN (
    SELECT  personaje.a_nombre
    FROM    opti.pelicula100 AS pelicula, opti.personaje100 AS personaje
    WHERE   personaje.p_nombre = pelicula.nombre
    AND     pelicula.nombre = 'Batman v Superman: Dawn of Justice'
);
```

```
    QUERY PLAN
------------------------------------------------------------------------------
------------------------------------------------------------------------------
-------------------------------
 HashAggregate  (cost=2216.82..2229.34 rows=1252 width=18) (actual
time=2053.617..2054.295 rows=664 loops=1)
   Group Key: pelicula.nombre, pelicula.anho
   Batches: 1  Memory Usage: 129kB
   ->  Hash Join  (cost=1042.81..2210.56 rows=1252 width=18) (actual
time=78.234..2050.975 rows=1337 loops=1)
         Hash Cond: (((personaje.p_nombre)::text =
(pelicula.nombre)::text) AND (personaje.p_anho = pelicula.anho))
         ->  Nested Loop  (cost=830.79..1991.96 rows=1252 width=18)
(actual time=64.022..2032.385 rows=1337 loops=1)
               ->  HashAggregate  (cost=830.37..832.98 rows=261 width=16)
(actual time=22.777..23.584 rows=340 loops=1)
                     Group Key: (personaje_1.a_nombre)::text
                     Batches: 1  Memory Usage: 61kB
                     ->  Nested Loop  (cost=6.73..829.71 rows=261
width=16) (actual time=19.315..22.261 rows=348 loops=1)
                           ->  Index Only Scan using pelicula10000_nombre
on pelicula10000 pelicula_1  (cost=0.28..4.30 rows=1 width=16) (actual
time=0.068..0.073 rows=1 loops=1)
                                 Index Cond: (nombre = 'Batman v Superman:
Dawn of Justice'::text)
                                 Heap Fetches: 0
                           ->  Bitmap Heap Scan on personaje10000
personaje_1  (cost=6.45..822.80 rows=261 width=32) (actual
time=19.235..21.549 rows=348 loops=1)
                                 Recheck Cond: ((p_nombre)::text = 'Batman
v Superman: Dawn of Justice'::text)
                                 Heap Blocks: exact=320
                                 ->  Bitmap Index Scan on
personaje10000_pnombreanho  (cost=0.00..6.38 rows=261 width=0) (actual
time=19.180..19.182 rows=348 loops=1)
                                       Index Cond: ((p_nombre)::text =
```

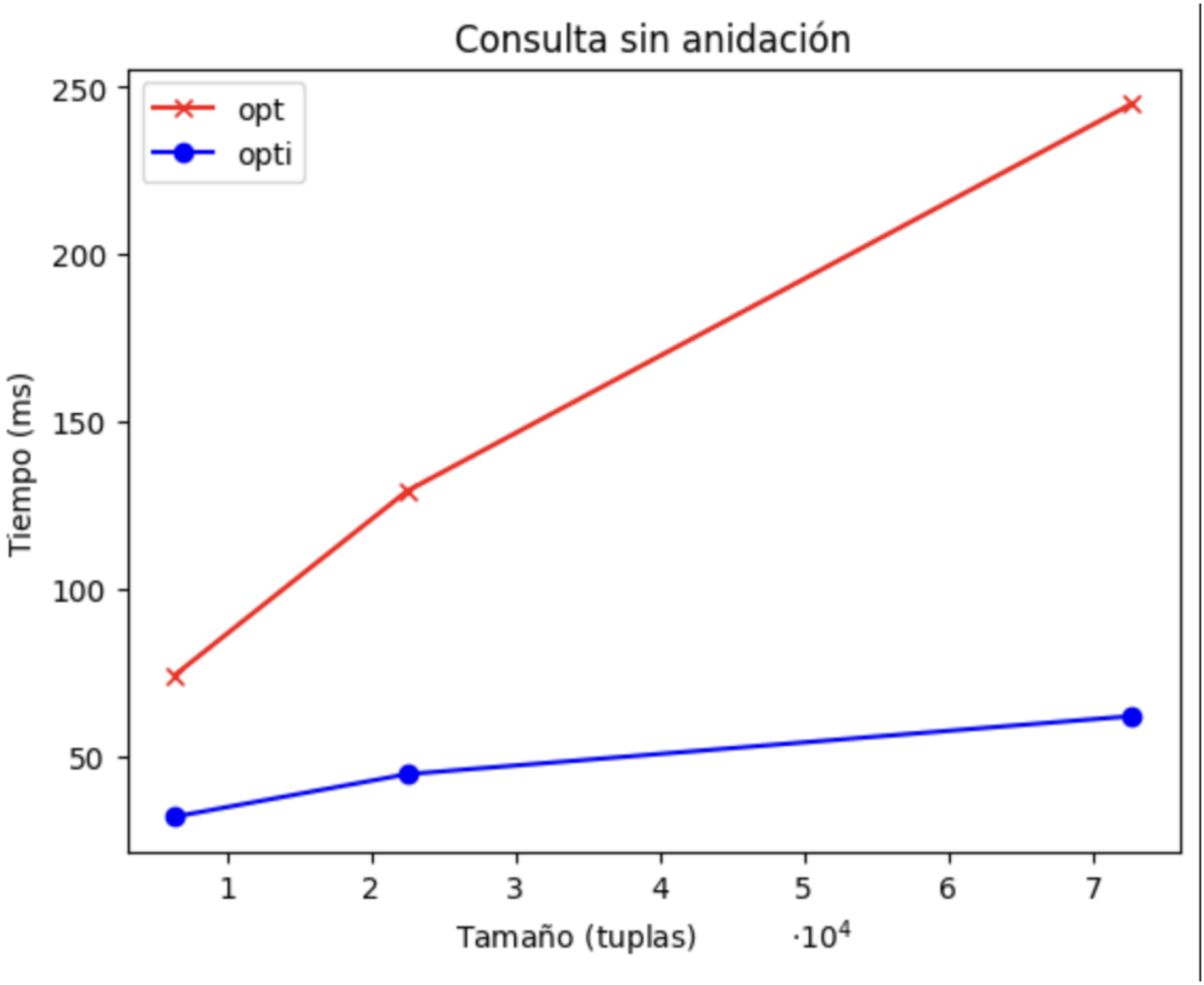
```
'Batman v Superman: Dawn of Justice'::text)
               ->  Index Only Scan using personaje10000_pkey on
personaje10000 personaje  (cost=0.42..4.40 rows=4 width=34) (actual
time=5.883..5.897 rows=4 loops=340)
                     Index Cond: (a_nombre = (personaje_1.a_nombre)::text)
                     Heap Fetches: 0
         ->  Hash  (cost=116.01..116.01 rows=6401 width=18) (actual
time=14.102..14.106 rows=6401 loops=1)
               Buckets: 8192  Batches: 1  Memory Usage: 382kB
               ->  Seq Scan on pelicula10000 pelicula  (cost=0.00..116.01
rows=6401 width=18) (actual time=0.022..6.404 rows=6401 loops=1)
 Planning Time: 3.102 ms
 Execution Time: 2055.002 ms
(26 rows)
```




```sql
-- SIN ANIDACIÓN
EXPLAIN ANALYZE
SELECT DISTINCT personaje2.p_nombre, personaje2.p_anho
FROM opt.personaje100 AS personaje1
JOIN opt.personaje100 AS personaje2
ON personaje1.p_nombre <> personaje2.p_nombre
```

```
AND personaje1.a_nombre = personaje2.a_nombre
WHERE personaje1.p_nombre = 'Batman v Superman: Dawn of Justice';
```

```
 QUERY PLAN
------------------------------------------------------------------------------
------------------------------------------------------------------------------
-------------------------
 Unique  (cost=33825.74..33925.95 rows=825 width=19) (actual
time=210.394..224.437 rows=1287 loops=1)
   ->  Gather Merge  (cost=33825.74..33921.83 rows=825 width=19) (actual
time=210.390..220.363 rows=1851 loops=1)
         Workers Planned: 2
         Workers Launched: 2
         ->  Sort  (cost=32825.72..32826.58 rows=344 width=19) (actual
time=192.999..194.204 rows=617 loops=3)
               Sort Key: personaje2.p_nombre, personaje2.p_anho
               Sort Method: quicksort  Memory: 62kB
               Worker 0:  Sort Method: quicksort  Memory: 43kB
               Worker 1:  Sort Method: quicksort  Memory: 84kB
               ->  Nested Loop  (cost=0.43..32811.22 rows=344 width=19)
(actual time=1.716..191.461 rows=617 loops=3)
                     ->  Parallel Seq Scan on personaje100 personaje1
(cost=0.00..32714.82 rows=20 width=33) (actual time=1.629..183.135
rows=116 loops=3)
                           Filter: ((p_nombre)::text = 'Batman v Superman:
Dawn of Justice'::text)
                           Rows Removed by Filter: 723393
                     ->  Index Only Scan using personaje100_pkey on
personaje100 personaje2  (cost=0.43..4.69 rows=13 width=35) (actual
time=0.048..0.055 rows=5 loops=348)
                           Index Cond: (a_nombre =
(personaje1.a_nombre)::text)
                           Filter: ((personaje1.p_nombre)::text <>
(p_nombre)::text)
                           Rows Removed by Filter: 1
                           Heap Fetches: 0
 Planning Time: 0.466 ms
 Execution Time: 225.547 ms
(20 rows)
```


Consulta sin anidación
opt
opti
Tiempo (ms)
250
200
150
100
50
1
2
3
4
5
6
7
Tamaño (tuplas)
·10^4