

# Resolviendo el Capacitated Vehicle Routing Problem con Tabu Search y Ant Colony Optimization

Bishma Stornelli  
Vicente Santacoloma

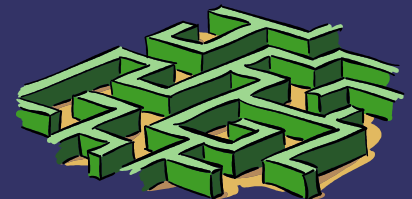
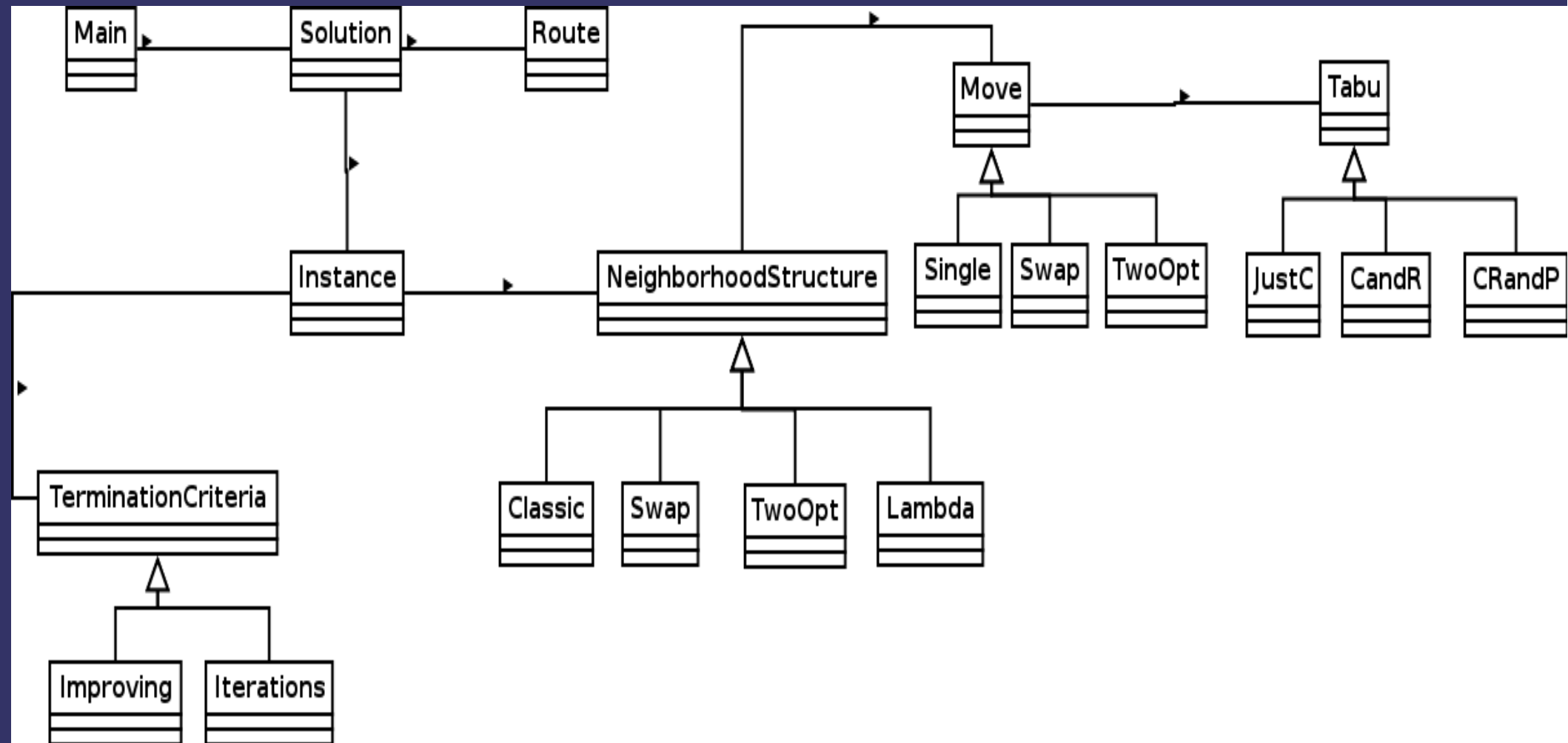


# *Agenda*

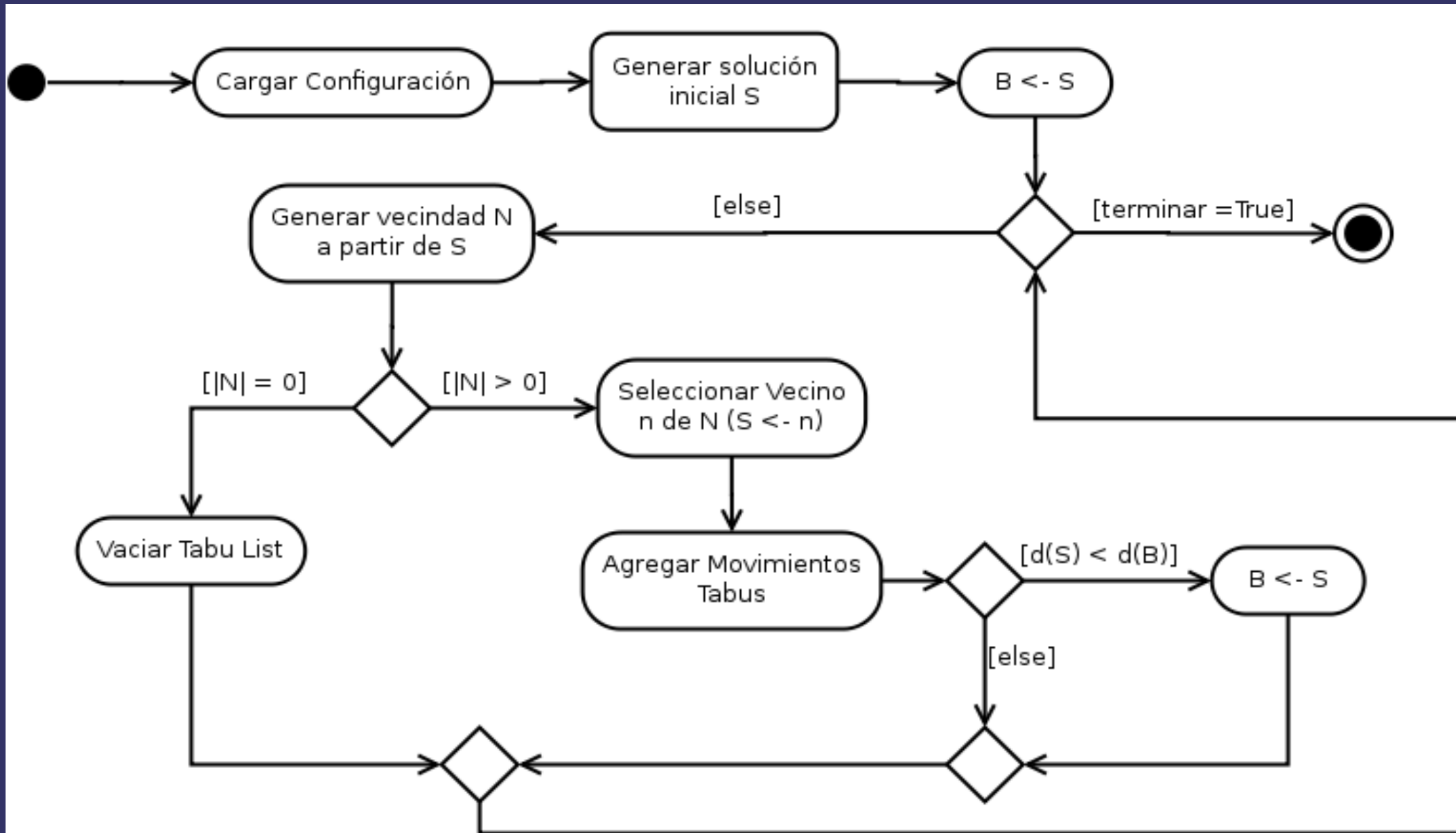
- Tabu Search
  - Estructuras
  - Algoritmos
  - Resultados
- Ant Colony Optimization
  - Estructuras
  - Algoritmos
  - Resultados
- Comparación
- Conclusión



# *Tabu Search: Estructura*

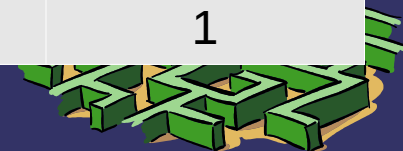


# *Tabu Search: Algoritmos*



# *Tabu Search: Resultados*

Instancia	Media	$\sigma^2$ -óptima	$\sigma^2$	Mínimo	Ocurrencias
vrpnc1	565,2	7,73717619	4,086563	558	1
vrpnc2	889	6,43392477	0	889	5
vrpnc3	869,4	5,23640061	1,67332	867	1
vrpnc4	1106	7,54361059	0	1106	5
vrpnc5	1362,8	5,53787298	4,549725	1358	1
vrpnc6	610,4	9,89683669	6,542171	601	1
vrpnc7	975,6	7,24650427	3,507136	971	1
vrpnc8	936	8,09062984	24,77902	899	1
vrpnc9	1301,4	11,9435723	7,700649	1290	1
vrpnc10	1500,6	7,50438801	4,560702	1495	1
vrpnc11	1043	0,08540365	3,082207	1041	3
vrpnc12	835	1,88393772	0	835	5
vrpnc13	1582,8	2,70319374	4,38178	1579	2
vrpnc14	873	0,76526196	1,81659	871	1



# *ACO: Estructura*

- ⇒ Matriz de distancia
- ⇒ Matriz de soluciones
- ⇒ Matriz de feromonas
- ⇒ Mejor solución
- ⇒ Vector de visitados



D	0	1	2	3	4
0	0	3	2	4	1
1	3	0	4	1	2
2	2	4	0	5	1
3	4	1	5	0	2
4	1	2	1	2	0
	0	10	5	8	9

# ACO: Estructura

Drop Time: 5  
 Max route: 20  
 Truck capacity:20

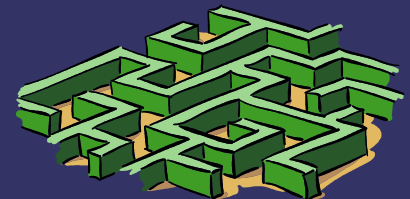
	Iteración	Ruta	Duración	Capacidad	Factibles	Elegido
	0	0	0	0	1,2,3,4	2
	1	0,2	7	5	1,4,0	1
	2	0,2,1	16	15	0	0
	3	0,2,1,0	0	0	3,4	3
	4	0,2,1,0,3	9	8	4,0	0
	5	0,2,1,0,3,0	0	0	4	4
	6	0,2,1,0,3,0,4	6	9	0	0
	7	0,2,1,0,3,0,4,0	0	0		

# ACO: Algoritmos

```
ACO(){
  inicializar
  do{
    P <- construirSoluciones
    ActualizarFeromonas(P)
  }while(!terminar())
}
```

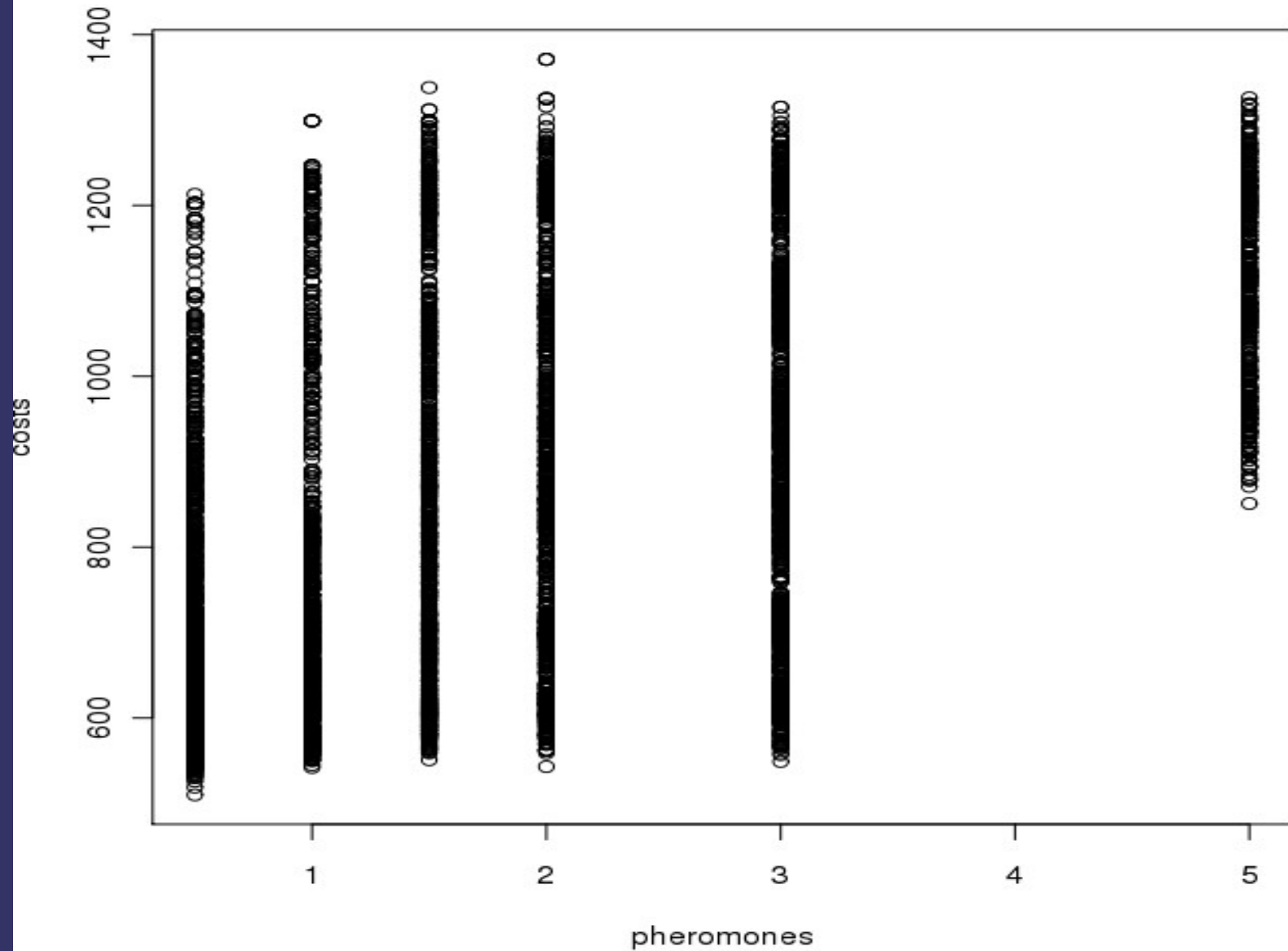
```
construirSoluciones(){
  P <- {}
  ants veces {
    visitados <- {}
    S <- {}
    do{
      C <- obtenerComponentesFactibles
      c <- seleccionarComponente(C)
      S <- S U {c}
      if ( c == 0 ){
        two_opt_best(map(c))
      }
    }while( incompleta(S))
    P <- P U {S}
  }
  return P
}
```

```
ActualizarFeromonas(P){
  for (i,j) in P {
    f[i][j] = (1-e)*f[i][j] + 1/length(P)
  }
}
```

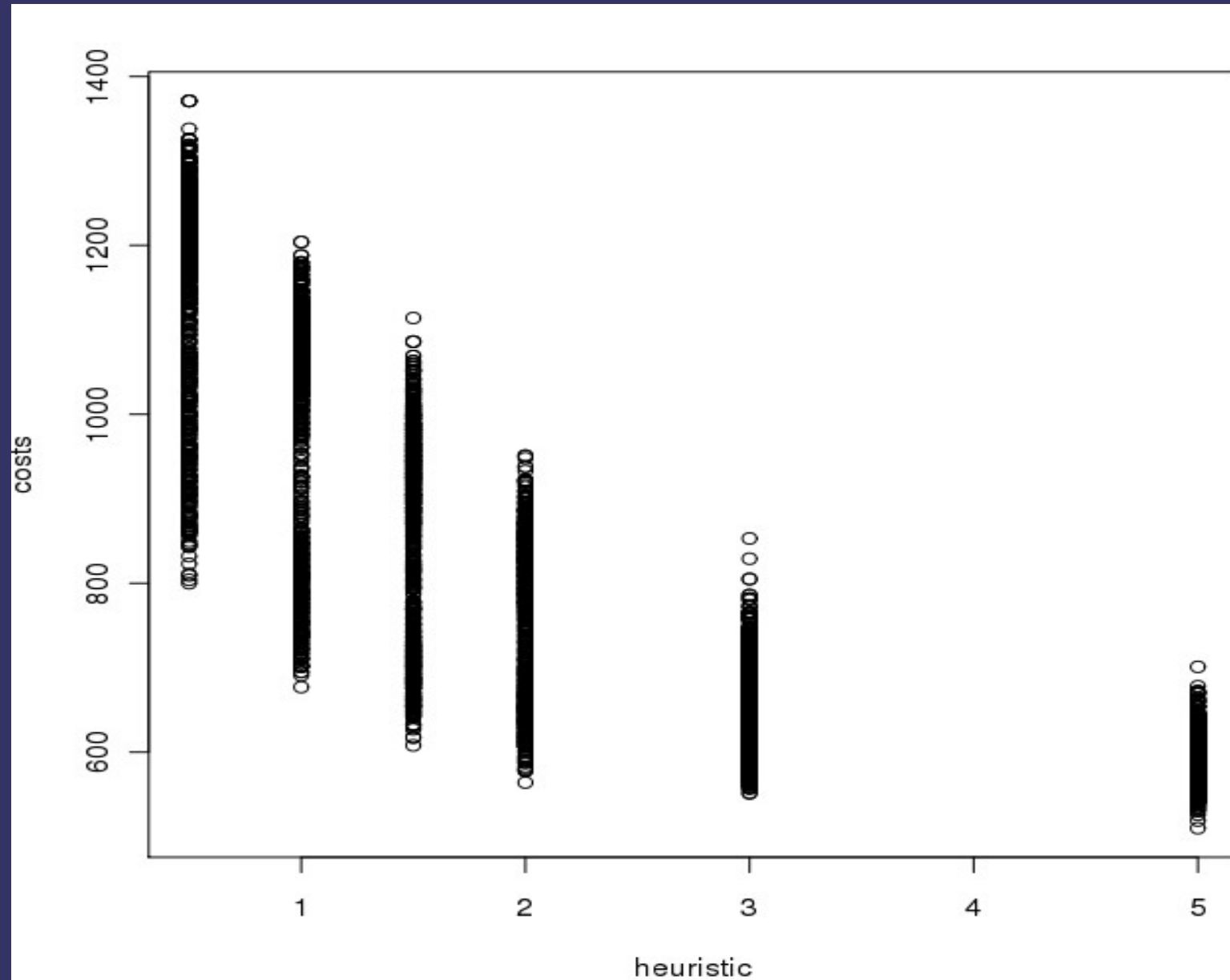




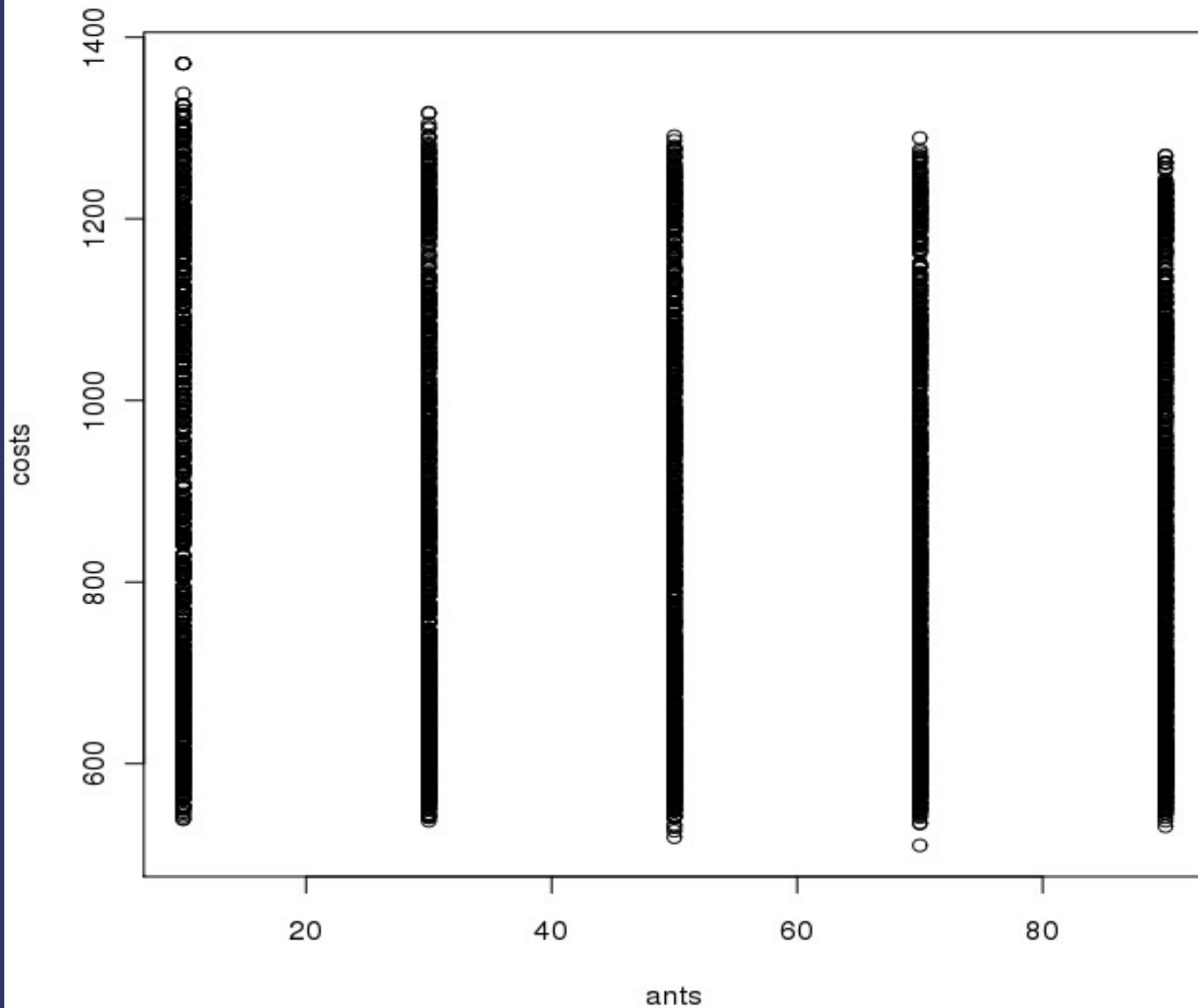
# ACO: Resultados



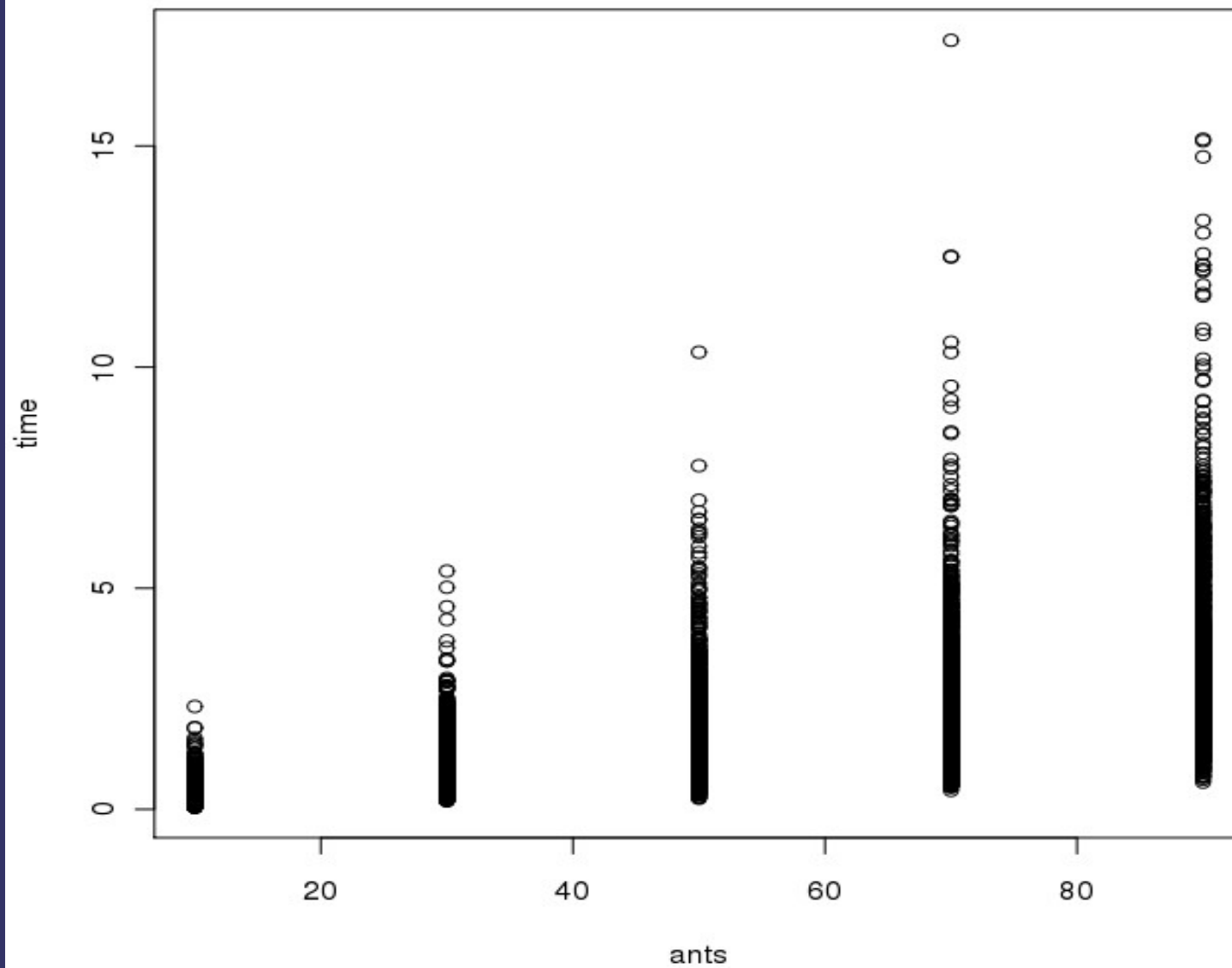
# *ACO: Resultados*



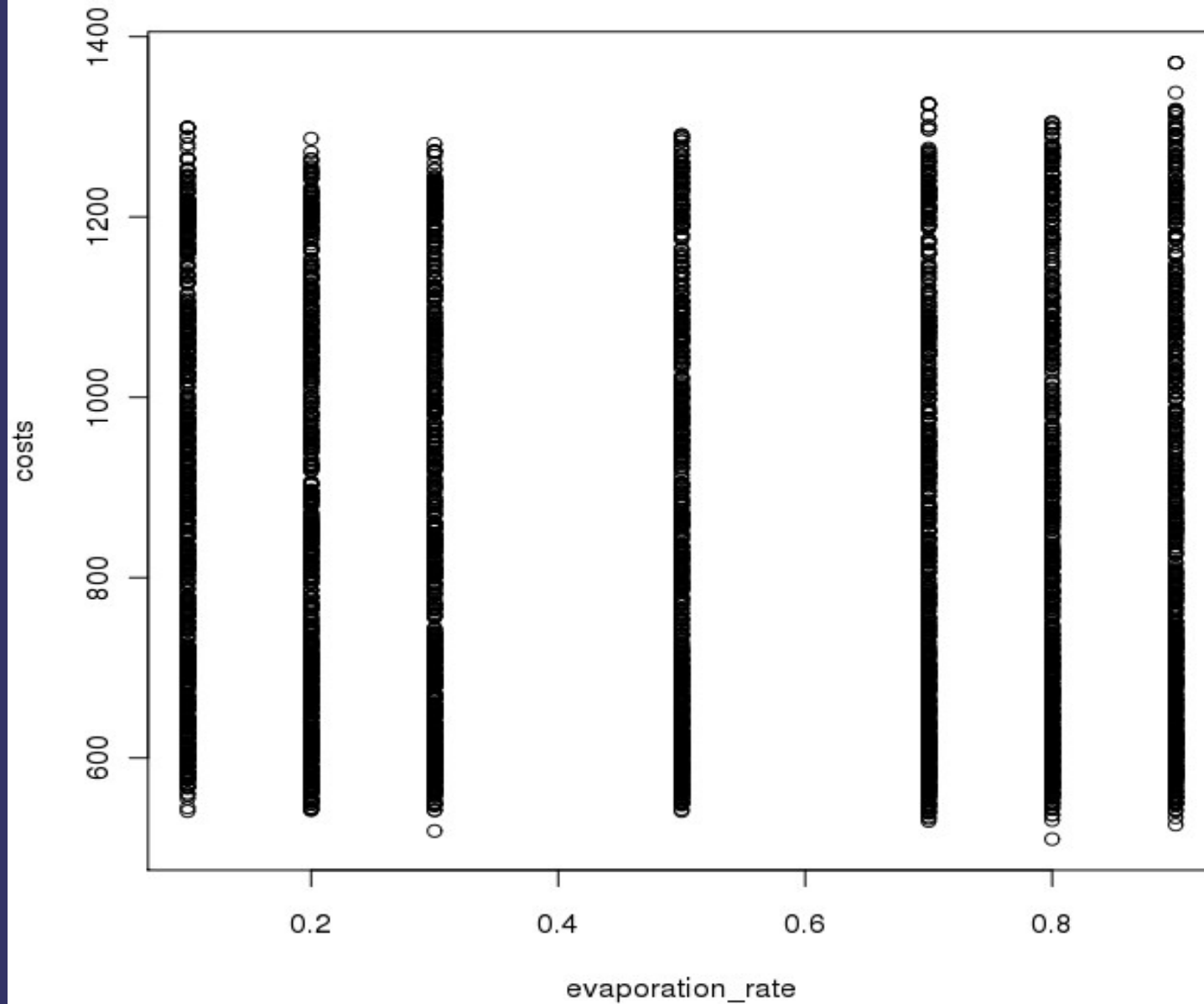
# *ACO: Resultados*



# *ACO: Resultados*



# ACO: Resultados

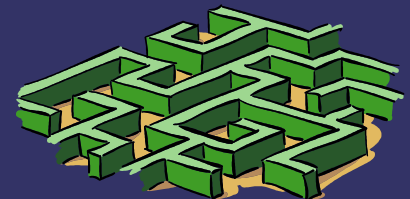


A scatter plot showing the relationship between 'evaporation\_rate' (x-axis) and 'time' (y-axis). The x-axis ranges from 0.1 to 0.9, and the y-axis ranges from 0 to 15. Data points are categorized by particle size, represented by different markers: 1000 (black dots), 2000 (blue dots), 3000 (green dots), 4000 (red dots), 5000 (purple dots), 6000 (brown dots), 7000 (pink dots), 8000 (gray dots), 9000 (olive dots), and 10000 (teal dots). The plot shows that for a given evaporation rate, the time required increases with particle size. Additionally, for larger particle sizes, the time required also increases with the evaporation rate.



# *ACO: Resultados*

- ⇒ Parámetros óptimos:
  - Amplificación de feromonas: 0,5
  - Amplificación de heurística: 5,0
  - Número de hormigas: 20
  - Factor de evaporación: 0,3



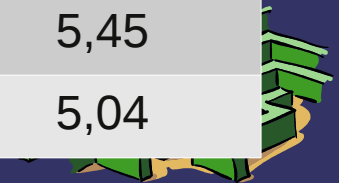
# ACO: Resultados

Instancia	Media	$\sigma^2$ -óptima	$\sigma^2$	Mínimo	Ocurrencias
vrpnc1	578,4	10,25	8,65	568	1
vrpnc2	925,6	10,82	14,59	907	1
vrpnc3	938,8	13,64	11,03	928	1
vrpnc4	1233,2	19,91	21,19	1204	1
vrpnc5	1625,4	25,87	20,22	1602	1
vrpnc6	622,2	12,02	22,54	602	1
vrpnc7	1043,2	14,68	18,31	1013	1
vrpnc8	1005,6	16,13	12,50	989	1
vrpnc9	1388,4	19,43	8,56	1377	1
vrpnc10	1733,2	24,17	19,93	1711	1
vrpnc11	1146,6	10,03	24,70	1122	1
vrpnc12	851,4	3,89	7,23	843	1
vrpnc13	1636,8	6,21	11,67	1621	1
vrpnc14	919,6	6,14	5,27	913	1



# Comparación

Instancia	Óptimo	$\sigma$ 2-TS	$\sigma$ 2-ACO	t-TS	t-ACO
vrpnc1	524,61	6,36	8,27	0	1,80
vrpnc2	835,26	6,43	8,59	0	3,13
vrpnc3	826,14	4,95	12,33	1	5,94
vrpnc4	1028,42	7,54	17,07	2	13,52
vrpnc5	1291,29	5,17	24,06	11,4	30,62
vrpnc6	555,43	8,20	8,38	0	1,30
vrpnc7	909,68	6,74	11,36	0,6	2,31
vrpnc8	865,94	3,82	14,21	3,4	5,52
vrpnc9	1162,55	10,96	18,45	4,8	9,05
vrpnc10	1395,85	7,10	22,58	8	21,21
vrpnc11	1042,11	0,09	7,67	1,2	9,49
vrpnc12	819,56	1,88	2,86	0	5,35
vrpnc13	1541,14	2,46	5,18	2,2	5,45
vrpnc14	866,37	0,53	5,38	0,8	5,04



# Conclusión

- ⇒ El ACO representa una buena opción para resolver el problema CVRP.
- ⇒ El ACO tiene muchos parámetros configurables para obtener los resultados.
- ⇒ No garantiza obtener soluciones óptimas; y estas dependen un factor probabilístico.
- ⇒ La metaheurística Tabu Search es mucho mejor que el ACO para el problema CVRP.

