

5.1 Plataforma experimental	74
5.2 Experimento. Análisis comparativo del desempeño de las estrategias propuestas.	75
5.2.1 Objetivo.....	75
5.2.2 Procedimiento	75
5.2.3 Resultados	75
5.2.4 Análisis de resultados.....	77
5.3 Experimento 2. Análisis de la eficiencia de la estrategia de referencia respecto a la estrategia E ₅ con alfa en 0.8	78
5.3.1 Objetivo.....	78
5.3.2 Procedimiento	78
5.3.3 Resultados	78
5.3.4 Análisis de resultados.....	79
Tabla 5.1 Resultados de referencia	75
Tabla 5.2 Resultados que se obtienen al utilizar la estrategia E ₂	76
Tabla 5.3 Resultados que se obtienen al utilizar la estrategia E ₃	76
Tabla 5.4 Resultados que se obtienen al utilizar la estrategia E ₄	76
Tabla 5.5 Resultados que se obtienen al utilizar la estrategia E ₅ con $\alpha=0.8$	77
Tabla 5.6 Resultados comparativos de las estrategias propuestas	78
Tabla 5.7 Resultados que se obtienen al utilizar la solución de referencia con 10 iteraciones	79
Tabla 5.8 Resultados que se obtienen al utilizar la estrategia E ₅ con $\alpha=0.8$ con 10 iteraciones.	79

5.1 Plataforma experimental

Las estrategias se implementaron sobre el código de la solución de referencia [González 2004]. Las 90 instancias utilizadas para evaluar del desempeño de los algoritmos, son las que se reportan en [González 2004]. Todas las instancias consideran 10 plantas y 27 escenarios. Las 90 instancias se dividen en tres grupos de 30, estos tres grupos consideran 10, 15 y 20 proveedores respectivamente. Estas 90 instancias, conforman el paquete de instancias de referencia. Se determinó la solución óptima de todas las instancias utilizando un método exhaustivo.

Los experimentos se realizaron en una computadora Dell Optiplex 160L con procesador Pentium 4 a 2.4 GHZ y 1 GB de memoria RAM. El código se compiló utilizando Visual C++ 6.0 y el sistema operativo Windows XP Profesional con service pack 2. Para la solución de los subproblemas de transporte, se utilizó LINDO API versión 2.0.

Todas las tablas que muestran los resultados de la experimentación realizada, tienen las mismas características, las cuales se describen a continuación.

La primera columna de cada tabla contiene el número de proveedores del grupo analizado, la segunda muestra el número promedio de las iteraciones realizadas para llegar a la mejor solución encontrada, la tercera columna contiene el tiempo promedio en segundos de cpu utilizados para llegar a la mejor solución. La cuarta columna muestra el tiempo promedio utilizado para resolver una instancia del grupo correspondiente. La última columna muestra el número de instancias de cada uno de los grupos para las cuales se encontró la solución óptima. Las tablas también incluyen los valores acumulados de cada una de estas características.

Para evaluar el desempeño de los diferentes algoritmos, se evalúa la eficiencia y la calidad de solución de los mismos. Para evaluar la calidad de solución se utiliza como métrica el número de soluciones óptimas encontradas. Para evaluar la eficiencia se utilizan las siguientes tres métricas:

- el promedio de iteraciones requeridas para encontrar la mejor solución,
- el promedio del tiempo requerido para encontrar la mejor solución, y
- el tiempo promedio requerido para la solución de una instancia.

5.2 Experimento. Análisis comparativo del desempeño de las estrategias propuestas.

5.2.1 Objetivo

Evaluar el desempeño de las estrategias propuestas con respecto al desempeño de la solución de referencia.

5.2.2 Procedimiento

Se determina el desempeño en calidad y eficiencia de la solución de referencia. Se modifica la solución de referencia para incorporar cada una de las estrategias propuestas. Se determina el desempeño de cada una de las soluciones modificadas resolviendo el paquete de instancias especificado.

5.2.3 Resultados

La Tabla 5.1 muestra el desempeño de la solución de referencia. Las tablas 5.2, 5.3, 5.4 y 5.5 muestran el desempeño de la solución modificada al incorporar las estrategias E_2 , E_3 , E_4 y E_5 respectivamente.

Tabla 5.1 Resultados de referencia

Proveedores	Promedio de iteraciones hasta el mejor	Tiempo promedio hasta el mejor	Tiempo promedio para resolver una instancia	Óptimos encontrados
10	3.07	2.62	10.25	30/30
15	4.77	9.13	38.17	30/30
20	5.47	20.32	92.45	28/30
Acumulados	13.30	32.07	140.87	88/90

Tabla 5.2 Resultados que se obtienen al utilizar la estrategia E₂

Proveedores	Promedio de iteraciones hasta el mejor	Tiempo promedio hasta el mejor	Tiempo promedio para resolver una instancia	Óptimos encontrados
10	2.07	1.83	9.61	30/30
15	3.80	6.87	34.99	29/30
20	6.00	19.19	93.04	29/30
Acumulados	11.87	27.89	137.64	88/90

Tabla 5.3 Resultados que se obtienen al utilizar la estrategia E₃

Proveedores	Promedio de iteraciones hasta el mejor	Tiempo promedio hasta el mejor	Tiempo promedio para resolver una instancia	Óptimos encontrados
10	3.00	2.71	6.85	29/30
15	4.60	9.35	23.26	27/30
20	5.70	21.99	57.75	27/30
Acumulados	13.30	34.05	87.86	83/90

Tabla 5.4 Resultados que se obtienen al utilizar la estrategia E₄

Proveedores	Promedio de iteraciones hasta el mejor	Tiempo promedio hasta el mejor	Tiempo promedio para resolver una instancia	Óptimos encontrados
10	3.07	2.52	9.90	30/30
15	4.77	8.83	37.05	30/30
20	5.47	19.78	90.19	28/30
Acumulados	13.30	31.13	137.13	88/90

Tabla 5.5 Resultados que se obtienen al utilizar la estrategia E_5 con $\alpha=0.8$

Proveedores	Promedio de iteraciones hasta el mejor	Tiempo promedio hasta el mejor	Tiempo promedio para resolver una instancia	Óptimos encontrados
10	2.40	2.03	9.59	30/30
15	3.20	6.05	33.79	29/30
20	4.90	17.04	89.69	30/30
Acumulados	10.50	25.13	133.07	89/90

5.2.4 Análisis de resultados

La Tabla 5.6 muestra el porcentaje de incremento observado en cada una de las métricas utilizadas cuando se aplica cada una de las estrategias propuestas, con respecto al valor observado cuando se utiliza la solución de referencia. La primera columna de contiene la estrategia evaluada, las siguientes 4 columnas contienen el porcentaje de incremento observado en el promedio del número de iteraciones, el promedio del tiempo requerido para alcanzar la mejor solución, el promedio de tiempo requerido para resolver una instancia y el número de soluciones óptimas encontradas, respectivamente.

De manera general se puede observar que las estrategias E_4 y E_5 muestran claramente un mejor desempeño que las estrategias E_2 y E_3 . Las estrategias E_4 y E_5 muestran el mismo desempeño con respecto a la métrica de calidad, ya que ambas logran un incremento de 1.14% en el número de óptimos encontrados con respecto a los encontrados con la solución de referencia. Sin embargo el desempeño de la estrategia E_5 con respecto a las métricas de eficiencia es claramente superior al desempeño de la estrategia E_4 . Por lo tanto se considera que la estrategia E_5 es la que muestra un mejor desempeño ya que incrementa en un 1.14% la calidad de la solución y disminuye el número promedio de iteraciones para alcanzar la mejor solución, el tiempo promedio requerido para alcanzar esta solución y el tiempo

promedio requerido para evaluar cada una de las instancias en 21.05%, 19.66% y 3.32% respectivamente.

Tabla 5.6 Resultados comparativos de las estrategias propuestas

	Métricas de eficiencia			Métrica de calidad
1	2	3	4	5
E ₂	-10.78%	-13.02%	-2.29%	0.00%
E ₃	0.00%	6.18%	-37.63%	-5.68%
E ₄	-23.06%	-14.88%	3.17%	1.14%
E ₅ con $\alpha=0.8$	-21.05%	-19.66%	-3.32%	1.14%

5.3 Experimento 2. Análisis de la eficiencia de la estrategia de referencia respecto a la estrategia E₅ con alfa en 0.8

5.3.1 Objetivo

Evaluar el desempeño de la estrategia E₅ con respecto al desempeño de la solución de referencia, al disminuir el número de iteraciones.

5.3.2 Procedimiento

Se determina el desempeño en calidad y eficiencia de la estrategia E₅ con respecto a la solución de referencia. Se fija el número de iteraciones a 10. Se determina el desempeño de cada una de las soluciones modificadas resolviendo el paquete de instancias especificado.

5.3.3 Resultados

La Tabla 5.7 muestra el desempeño de la solución de referencia con 10 iteraciones. La Tabla 5.8 muestra el desempeño de E₅ con $\alpha=0.8$ con 10 iteraciones.

Tabla 5.7 Resultados que se obtienen al utilizar la solución de referencia con 10 iteraciones

Proveedores	Promedio de iteraciones hasta el mejor	Tiempo promedio hasta el mejor	Tiempo promedio para resolver una instancia	Óptimos Encontrados
10	3.07	2.51	6.43	30/30
15	3.97	7.72	17.32	28/30
20	5.27	19.46	34.42	27/30
Acumulados	12.30	29.70	58.17	85/90

Tabla 5.8 Resultados que se obtienen al utilizar la estrategia E₅ con $\alpha=0.8$ con 10 iteraciones.

Proveedores	Promedio de iteraciones hasta el mejor	Tiempo promedio hasta el mejor	Tiempo promedio para resolver una instancia	Óptimos
10	2.40	2.03	6.29	30/30
15	2.77	5.36	16.73	28/30
20	3.93	14.51	32.82	28/30
Acumulados	9.10	21.90	55.83	86/90

5.3.4 Análisis de resultados

De manera general se puede observar que la estrategia E₅ con $\alpha=0.8$ muestra claramente un mejor desempeño en calidad y eficiencia que la estrategia E₁, evaluadas ambas con 10 iteraciones. La estrategia E₅ con $\alpha=0.8$ logra un incremento de 1.18% en el número de óptimos encontrados, además obtiene una mejora de 26.02% en el número promedio de iteraciones para alcanzar la mejor solución, así como en el tiempo promedio requerido para alcanzar esta solución logra una mejora de 26.25% y en el tiempo promedio requerido para evaluar cada una de las instancias logra una mejora de un 4.02%.