

# Propuesta para un modelo híbrido de embalaje de contenedores que optimiza la disposición de plantas ornamentales en contenedores para transporte terrestre

Rosalba García<sup>1</sup>, Alberto Ochoa<sup>2</sup>, Rosario Méndez-Torres<sup>3</sup>, Mares-Castro, Armando<sup>3</sup> Alberto Hernández<sup>4</sup>, Jaime Del Ángel<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico Superior de Naranjos

<sup>2</sup>Maestría en Cómputo Aplicado, UACJ

<sup>3</sup>Dirección Académica, Sistema Avanzado de Bachillerato y Educación Superior, SABES

<sup>4</sup>FCAeI, Universidad Autónoma del Estado de Morelos

<sup>1</sup>zagara\_obatarian@outlook.com

**Recibido:** 20 de enero de 2016

**Aceptado:** 15 de diciembre de 2016

## RESUMEN

En la industria de la floricultura mexicana, siempre buscando métodos para asignar recursos de manera eficiente, minimizar los daños a los productos y el desperdicio de dinero en el traslado de la mercancía al momento de ser acomodada en los contenedores para su distribución de un punto a otro. No se tiene una herramienta para obtener una estimación precisa de este problema de distribución de objetos en contenedores también conocidos por sus siglas en inglés (Bin Packing Problem).

Así, el desarrollo de un algoritmo híbrido que integra varias herramientas para llegar a una solución óptima que permita resolver, considerando la incorporación de la tecnología en el entorno de producción, ha propuesto contribuciones caritativas, reduciendo el tiempo y que puede ser tarea difícil, es capaz de adaptarse a las diferentes circunstancias, facilitamos la obtención de resultados favorables, aumentando la competitividad de la industria, se atreven a una interfaz gráfica fácil de implementar.

**Palabras claves:** BPP, algoritmo híbrido, interfaz, plantas ornamentales con flores.

## ABSTRACT

In the Mexican floriculture industry, always seeking methods to allocate resources efficiently minimizing damage to plants, and waste of money to accommodate containers for transfer from one point to another. You do not have a tool to get an accurate estimate for this problem of distributing objects in containers also known by its acronym in English (Bin Packing Problem). So, the development of a hybrid algorithm that integrates several tools in order to reach an optimal solution which allows to solve, considering the incorporation of technology into the production environment, it has proposed charitable contributions, reducing the time and that can be difficult homework, is able to adapt to different circumstances, we facilitate obtaining favorable results, increasing the competitiveness of industry, dare an easy graphical interface to implement.

**Keywords:** Bin Packing Problem, flowering ornamental plants, hybrid algorithm, interface, graphics, implement.

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **LA INDUSTRIA DE LAS FLORES EN MÉXICO.**

Cada año en nuestro país se observa un crecimiento a una tasa de casi el 14%. En 2011 el valor de la floricultura fue de cinco mil 646 millones de pesos, equivalente al 82% del valor total de la producción de frijol en el país, que es de 6 mil 890 millones de pesos. A pesar de no ser un elemento básico, la demanda de flores y plantas ornamentales aumentó de 37 000 338 toneladas en 2000 a casi 95 000 toneladas en 2009.

La producción de flores y plantas ornamentales ocupa más de 21 mil hectáreas en los estados de México, Puebla, Morelos, Michoacán, Jalisco, San Luis Potosí y Baja California, principalmente. Las flores se cosechan en mayores cantidades son Poinsettia, con 12 000 885 toneladas por año; Crisantemo seguido con 12 000 757 toneladas; Rosa, nueve mil 479; Follaje, ocho mil 677; Clavel, tres mil 772; Gladiola, tres mil 457 y palmera salada, 261 mil toneladas; entre otras flores. El 75 por ciento de la producción se hace al aire libre, especialmente gladiola, clavel y girasol; 25 por ciento en invernaderos y viveros, especialmente hierbera rosa y plantas en maceta.

Como resultado de estas cantidades producidas, informó la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), México ocupa actualmente el decimoséptimo puesto como exportador a los Estados Unidos y Canadá principalmente. En 2009 los productores vendieron 63,5 millones de dólares. Las flores más exportadas son gladiola, rosa, clavel de lirio, esquejes no enraizados, plantas en macetas y follaje. La floricultura crea empleos para 15.000 familias en 26 estados de la República Mexicana, creando 188.000 empleos permanentes, 50.000 empleos temporales y hasta un millón de empleos indirectos. La flor de México comenzó su viaje a un mercado mundial de flores valorado en 44 mil millones de dólares anuales; en la que la Unión Europea figura entre los principales productores, importadores y consumidores de todo el mundo. El 80% de la producción total está destinada a abastecer el mercado interno y el 20% de las exportaciones, México tiene una ventana de oportunidad en el mercado europeo ya que la demanda de flores ha aumentado en los últimos años.

La ventaja de México sobre otros países productores de flores que buscan llevar sus productos a países como Estados Unidos o Canadá, radica en que para México éstos pueden ser transportados por tierra y así, reducir costos por estar relativamente cerca de la frontera, por lo que se considera que la red vial es adecuada. El transporte terrestre es aún más relevante en el caso de especies tropicales que por el tamaño de muchas de ellas (heliconias, bromelias, etc) se encárese el transporte aéreo. Por lo tanto, la necesidad de optimizar el transporte es muy evidente, por ejemplo, una buena estrategia de transporte debe garantizar la calidad de las plantas, independientemente del tipo de carga y la distancia recorrida.

Entre las variables que pueden modificarse al aumentar la productividad del transporte se encuentra el uso de una única tarifa estándar para el uso de vagones carretilla o carros, empleando a su máxima capacidad las instalaciones ofrecidas en el momento de la carga y descarga, además de disponer de artículos para embalaje reutilizables.



**Figura 1. Vagones carretilla para el transporte de flores.**

### **EMBALAJE DE LA CAJA**

Los problemas de embalaje son de interés tanto académico como industrial, el progreso en el tema del embalaje óptimo representa una estrategia de mejora significativa ya que puede maximizar el uso del espacio al reducir el número de fletes para transportar el producto afectando directamente al costo final del producto.

Un objetivo primordial de la política de transportes es promover la movilidad sostenible mediante servicios de transporte eficientes, con costos adecuados, seguros, ecológicamente limpios y socialmente aceptados. La rentabilidad y la productividad empresarial exigen una buena organización de los procesos logísticos, que permita un ahorro de costos significativo. El problema de los planes de distribución de los objetos de diseño en contenedores se conoce en la informática como BPP (Bin Packing Problem), y pertenece a una clase de problemas difíciles que requieren una gran cantidad de recursos de la computadora.

A pesar de sus dificultades, la formulación de problemas por parte del BPP puede resolver muchas situaciones de las empresas, incluyendo el ahorro de espacio y la disposición de los productos del vehículo y las líneas de producción. Los métodos tradicionales propuestos para la solución de BPP están obligados a resolver el difícil control empresarial. Una alternativa prometedora son los algoritmos híbridos que se aproximan a la solución óptima. Puesto que no existe un algoritmo que sea la mejor opción para todas las situaciones, sacar lo mejor de cada una de ellas es un reto que supone que la hibridación de algoritmos, utilizando técnicas especializadas, aumentaría su alcance de solución y ha resuelto un gran número de situaciones consideradas como estándar con un error menor.

Un algoritmo es un conjunto finito de pasos secuenciales, libres de ambigüedad, para resolver problemas de un tipo dado. En el contexto computacional, comúnmente se refiere a éstos como un conjunto de instrucciones que se pueden implementar en cualquier lenguaje informático. Se dice que un algoritmo resuelve un problema si cuando se aplica a cualquier instancia de este problema, produce una solución óptima. Por otro lado, la caracterización es el proceso mediante el cual se describen o revelan las características de un objeto. En este trabajo se propone el descubrimiento de las características que afectan la dificultad de las instancias de prueba del problema de embalaje de contenedores (Bin Packing) para el que hasta ahora hay varios casos que tienen gran dificultad para ser resueltos óptimamente por los algoritmos de solución actuales.

## 2. METODOLOGIA

### CARACTERIZACIÓN DE VARIABLES PARA EL ALOJAMIENTO DE PLANTAS ORNAMENTALES EN FLOR EN CONTENEDORES PARA TRANSPORTE TERRESTRE.

Para resolver el problema, asumimos que la ideología "divide y conquista". Este caso particular se compone de tres elementos principales: plantas, contenedores y envases, además del contexto situacional. Se considera por encima de la posibilidad de desarrollar un software personalizable, que se adapte a las diversas circunstancias operativas que se plantean, la inserción o la eliminación de variables que influyen en el proceso de transportación contemplado.

Las plantas son el objeto principal del problema, y se caracterizan considerando las variables mostradas en la siguiente tabla (Figura 2).

Registro de plantas.									
Imagen	Nombre	Temperatura	Tolerancia	Largo	Ancho	Peso	Humedad	Existencia	Precio

**Figura 2. Registro de Plantas para describir las características de los objetos de estudio.**

Esta clasificación fue propuesta con el objetivo principal de abordar las irregularidades de los estudios de caso para caracterizar diferentes objetos que permiten el análisis como la relevancia de estos en el análisis de localización (Figura 3).

Relevancia en el análisis de localización	
ID	
Agrupamiento	
Alojamiento	
Facilidad	
Descriptivo	

**Figura 3. Tipo de descripción de variables de agrupación según su relevancia en el proceso.**

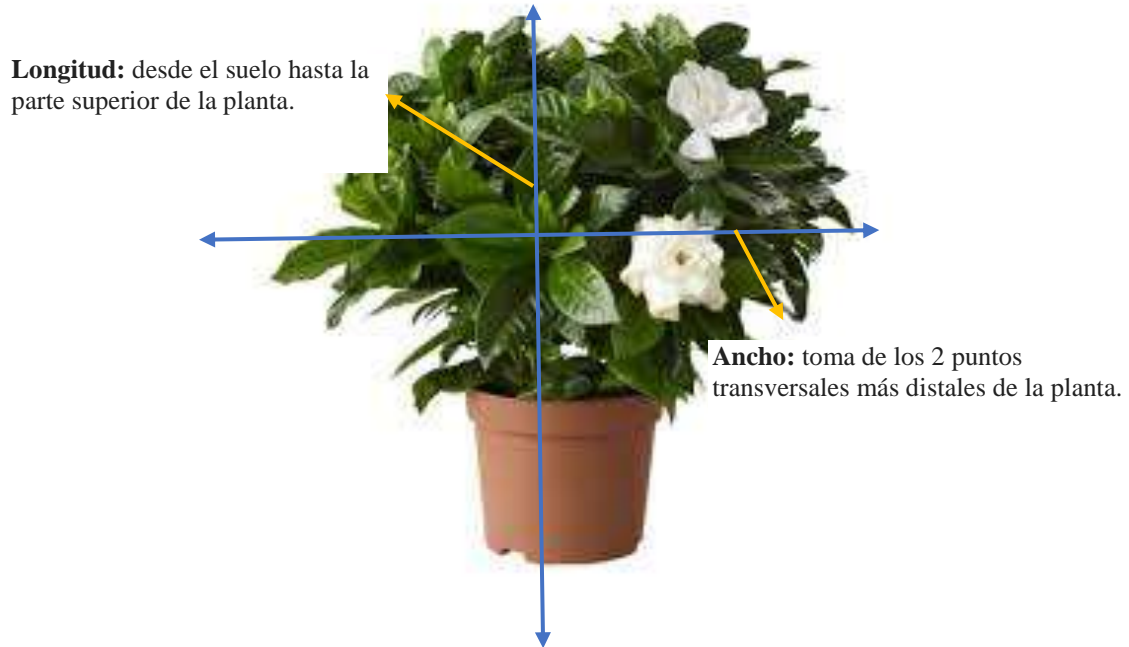
### DESCRIPCIÓN DE VARIABLES PARA OBJETOS.

Para describir las variables de trabajo teniendo en cuenta su papel en el proceso, se ha empleado la metodología descrita en la siguiente tabla (Figura 4).

Registro de plantas			
Nombre de la variable	Tipo	Representación en el proceso de análisis.	Descripción
Imagen		IM	Gráfico de la planta
Nombre		NOM	Nombre de la planta
Temperatura		TEM	Temperatura óptima para el desarrollo de la planta
Tolerancia		TOL	Rango de tolerancia en la variación de temperatura
Humedad		HUM	Humedad del aire
Largo		LR	Nivel de tierra hasta la parte superior de la planta.
Ancho		AN	Distancia entre las partes distales de la maceta.
Peso		PS	Peso de la planta
Existencia		EX	Stock total de la misma variedad de planta
Precio		PRC	Precio por unidad

**Figura 4. Descripción de las variables de desempeño para el análisis matemático.**

Para tomar la longitud y el ancho de las siguientes representaciones se utilizan las siguientes recomendaciones descritas en el esquema de la Figura 5.



**Figura 5. Esquema para medir el cable de extensión y la anchura del objeto.**

Se sugirió estandarizar las dimensiones en términos de altura, peso y ancho de la maceta dependiendo del tipo; si es necesario manejar varios tamaños sugeridos dividir en etapas de crecimiento a fin de lograr la estandarización de cada etapa para reducir las irregularidades en los bloques de carga.

A continuación, se procedió a escalar el tipo de disposición conjunta para describir las variables que se utilizarán para agrupar conjuntos de impulso.

Pedidos										
No. de orden	Tipo de carga	Tipo de envío	Distancia	Peso	Tiempo	Tipo de planta	Número de plantas por especie	Ganancia al enviar	Fecha de envío	Costo y tipo de flete

**Figura 6. Selección de variables para organizar conjuntos enviados.**

Para localizar cada envío durante el análisis matemático se les asignó una representación descrita en la siguiente figura.

Envíos			
Nombre	Tipo	Representación en el proceso de análisis	Descripción
No. de orden	Identificador	NP.	Número de orden
Tipo de planta		TP.	Tipo de plantas seleccionadas para enviar
Tipo de envío		TF.	Tipo de envío
Tipo de carga	fFactibilidad	TC.	Tipo de carga
Distancia		DIS.	Distancia desde el punto de salida hasta el destino.
Tiempo		TEM.	Tiempo del envío para llegar a su destino.
Ganancias		GE.	Ganancias obtenidas por el envío
Fecha de envío		FE.	Fecha del envoi
Costo por carga	Accommodation.	CF.	Costo por carga
Tipo de envío		TE.	Tipo de envoi
Cantidad de plantas por especie		CP.	Cantidad de plantas.
Peso		P	Peso de las plantas que serán enviadas

**Figura 7. Modelo de estructura propuesto para organizar paquetes para embarque**

Así como se han definido la estructura y las propiedades establecidas de las plantas, serán definidas las características de los contenedores transportados durante el viaje. El embalaje se realiza a través de carritos para transportar las plantas; dado que la mayoría de las instalaciones ofrecen empleabilidad de estos al momento de cargar y descargar las plantas por volumen, reduciendo el tiempo, además de ser un recurso reutilizable.

Naturalmente es necesario resolver el problema de optimización de dicho carrito, por lo que vamos a seleccionar algunas variables que nos permiten medir cuántos pisos son la solución óptima a nuestra necesidad de desplazamiento o transportación, detallando las características de la figura 8.

Embalaje						
Tipo	Longitud	Anchura	Profundidad	Niveles	Capacidad	Peso

**Figura 8. Variables seleccionadas para determinar la disposición de las plantas según el tipo de envase.**

Tipo de paquete			
Nombre	Tipo	Representación	Descripción
Tipo		TIE	Tipo de paquete
Longitud		LRE	Bandeja larga desde la primera a la parte superior
Altura		ANE	Anchura del embalaje
Profundidad		PRF	Profundidad del embalaje
Niveles		NVL	Niveles de division
Capacidad		CAP	Capacidad por nivel
Peso		PSO	Peso del embalaje

**Figura 9. Variables descritas para el cálculo matemático de la capacidad del paquete.**

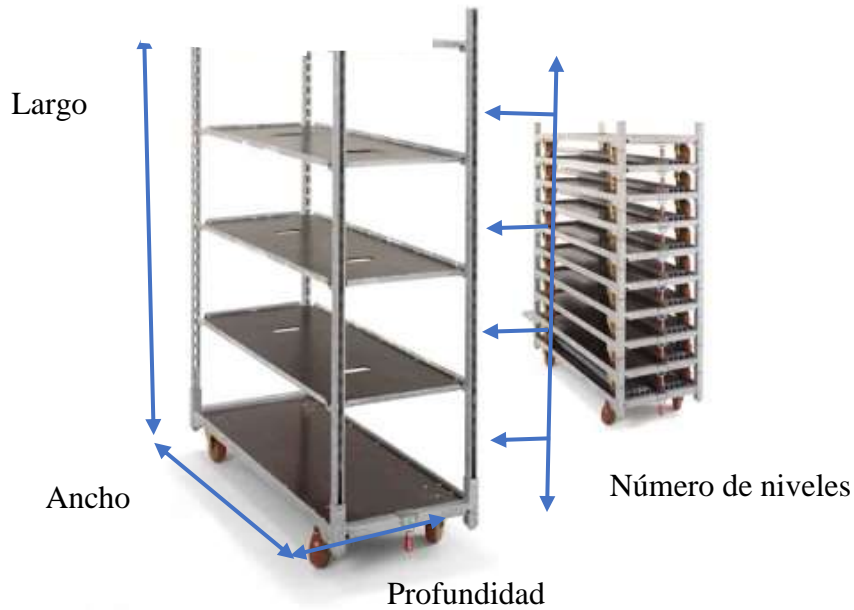


Figura 10. Esquema propuesto para la adopción de medidas.

Una vez que es definido el volumen ocupado por el contenedor de embalaje es necesario saber cuánto espacio puede tener para su sistema de transportación, por lo que es necesario conocer los detalles de transporte para los que se estableció la siguiente clasificación de variables para el análisis:

Datos de transporte.							
No de transporte	Largo	Ancho	Profundidad	Capacidad	Costo de transporte	Kilometros por hora	

Figura 11. Variables de tabla de clasificación para el transporte.



Con la configuración por conjunto de identificadores para evaluar los factores de decisión se puede proceder a analizar matemáticamente sus comportamientos con simples operaciones. Para esta parte del proceso de diseño y análisis propuestos, se han establecido ciertas restricciones a este problema particular y se debe tener en cuenta a fin de obtener una solución real cercana al punto óptimo, así como para reducir el daño y optimizar el uso de espacio de transportación.

Objeto al que aplica	Condición	Identificador
Plantas	No hay identificadores repetitivos	Z
	Ninguna variable debe afirmar ser negativo o 0	Y
	Las plantas de entrega en el mismo contenedor deben compartir niveles similares de tolerancia y humedad	X
	Debe tener una distancia de 5cm entre cada planta	T
Objeto al que aplica	Condición	Identificador
Envío	No hay identificadores repetitivos	Z
	Ninguna variable debe afirmar ser negativo o 0	Y
	La cantidad de la planta solicitada debe ser igual o menor que la existencia pero sin 0.	W
	Debe recuperar el 80% del costo de envío con el beneficio mínimo.	
Objeto al que aplica	Condición	Identificador
Embalaje	No hay identificadores repetitivos	Z
	Ninguna variable debe afirmar ser negativo o 0	Y
	La cantidad de peso de los niveles de la planta no debe exceder su capacidad de carga	v
	Los contenedores deben estar a una distancia mínima entre contenedores de 15-10 cm para permitir la circulación del aire.	u
Objeto al que aplica	Condición	Identificador
Transporte	No hay identificadores repetitivos	Z
	Ninguna variable debe afirmar ser negativo o 0	Y
	El peso total acumulado entre las plantas y los envases no debe exceder la capacidad máxima de carga.	s
	El volumen ocupado por los envases no debe superar el 70% del volumen total.	r

Figura 12. Variables de configuración de restricciones.

**PROCESO PROPUESTO POR EL ANÁLISIS MATEMÁTICO.**

Para dar inicio, es necesario ingresar todos los datos antes de lo propuesto en las 3 secciones: plantas de registro, entrada de pedidos y presentaciones de diseño.

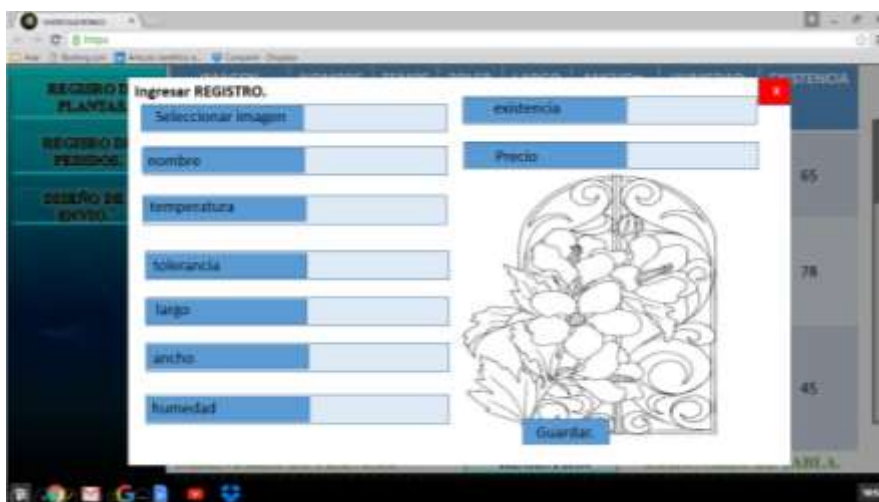


Figura 13. Ejemplo de la introducción de datos en el esquema de la instalación.

Se propuso una interfaz gráfica más que permite la interacción perfecta del usuario para realizar el proceso. Después de los cálculos anteriores, se desarrolla un proceso matemático para hacer la disposición de la siguiente manera:



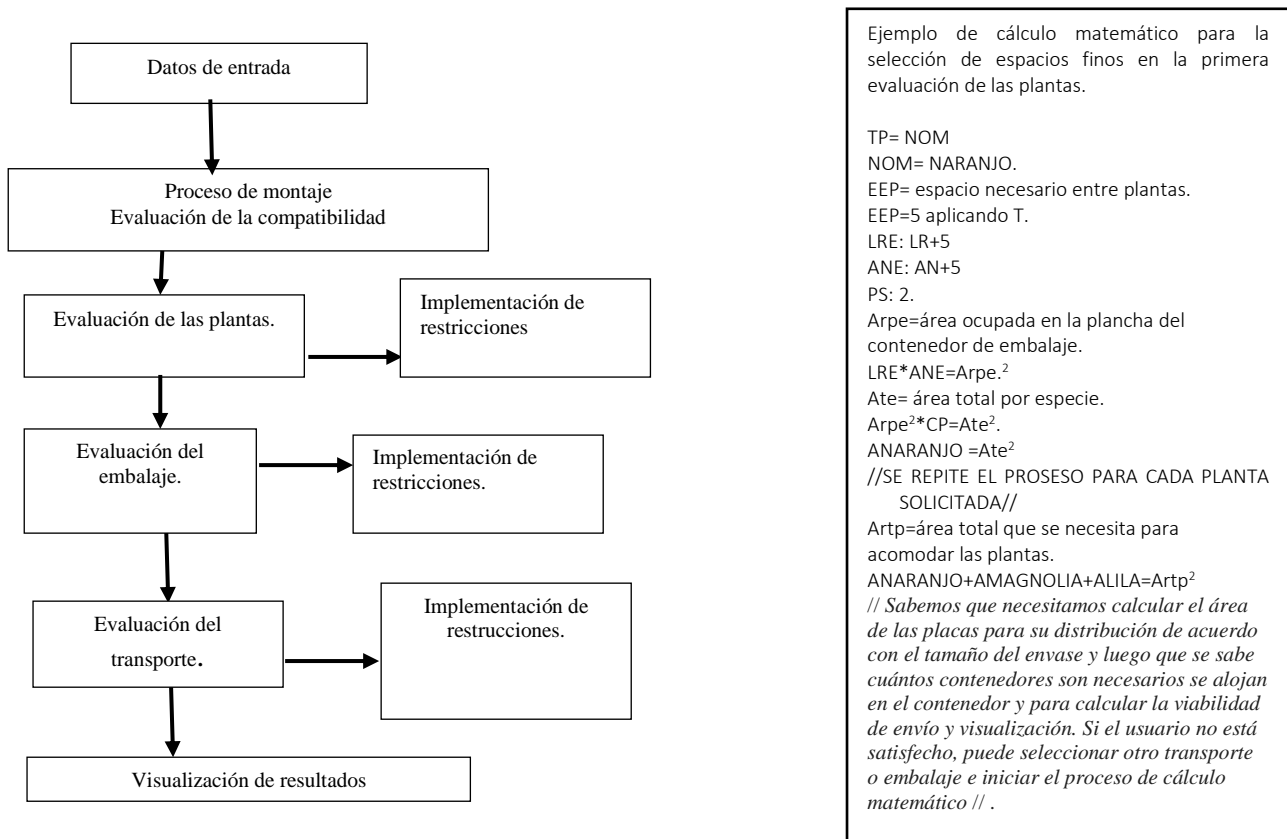


Figura 14. Diagrama y ejemplo de la introducción de datos en el esquema de cálculo matemático.

### DISEÑO DE EXPERIMENTOS ASOCIADOS CON EL MATERIAL DE REFUERZO PARA EL TRANSPORTE DE LAS PLANTAS.

Para diseñar el experimento se toman como base las definiciones de los productos de acero u otros metales que pueden presentarse en forma de rollos conocidos como bobinas de acero y definidos en la norma UNE- EN 10.079: 1992.

Una vez que se define la mejor forma de alojamiento se tomarán los tiempos, en búsqueda de encontrar la mejor posibilidad de optimizar los tiempos de carga y descarga. Es aquí, donde se da un uso a los arreglos ortogonales que como se ha definido anteriormente, son diseños propuestos por Taguchi que, como su nombre indica, poseen la propiedad de ortogonalidad y que también poseen los diseños factoriales clásicos. Estos arreglos son diseños factoriales fraccionados completos o mixtos, dependiendo del número de factores a considerar en un caso particular [6]. Para el cálculo del tiempo será el método ortogonal, mejor conocido como método de Taguchi.

La herramienta analítica utilizada suele ser fraccionada con diseños factoriales, sin embargo, cuando aumenta el número de factores, se incrementan las interacciones posibles, así como las complicaciones para identificar cuáles son las condiciones específicas a experimentar. Una disposición ortogonal puede compararse con una replicación factorial fraccional, de modo que se conserva el concepto de ortogonalidad y contrastes. Un experimento factorial fraccional es también un asentamiento ortogonal. Taguchi desarrolló una serie de arreglos específicos : La (b) C (2) Donde: a = Representa el número de pruebas o condiciones experimentales que deben tomarse. Este es el número de líneas o líneas en el asentamiento. B = Representa los diferentes niveles a los que van a tomar cada factor. C = Es el número de efectos independientes que puede analizar, este es el número de columnas.

Para realizar una mejor optimización en los tiempos será mediante el uso de datos hipotéticos debido a la falta de datos reales en el cálculo del tiempo de carga y descarga de los rollos o bobinas de acero.

Factor	Descripción	Nivel 1	Nivel 2
A	Maquina	A	B
B	Peso del rollo de acero	4T	24T
C	Giro	1	2
D	Distancia recorrida	200	700
E	Operador	1	2

Tabla 1. Número de factores y descriptores de cada número.

En el diseño de experimentos que se describe, a través del uso de MATLAB se ejecuta el algoritmo genético con el fin de acomodar los rollos de acero de la mejor manera posible, minimizando los espacios en la plataforma ferroviaria. En la tabla 2 se indican las medidas del uso de los rollos. Es prioritario ejecutar una vez cada tipo de rollo en el software, con las instancias seleccionadas para observar su comportamiento.

Tipos de rollo	Longitud (m)	Anchura (m)
1	1.5	1.2
2	2	1.9

Tabla 2. Especificaciones del rollo de acero.

Para realizar el experimento se implementó un algoritmo genético, con una capacidad de población de 500 y 5000 generaciones. En la Figura 17 se muestra parte del algoritmo a utilizar para insertar las instancias seleccionadas de los rollos.

```

1 % main box place!
2 - a=13.4;
3 - b=2.87;
4
5 - Nb=100; % number of boxes
6
7 % random boxes sizes!
8 %a=randi([a b]);
9 %a=0.05*nb+0.3*nb*rand(1,Nb);
10 %b=0.05*nb+0.3*nb*rand(1,Nb);
11 %c=min([aa bb]/2); % smallest half-size
12 AA=aa.*bb; % boxes areas
13 %a=randi([a b]);
14 - aa=1.5*rand(1,Nb);
15 - bb=2*rand(1,Nb);
16 - c2=min([aa bb]/2); % smallest half-size
17 - AA=aa.*bb; % boxes areas
18
19 - penalty=0.2*a*b;
20 - na=0.8; % negative area coefficient

```

a) For Type 1 steel roll

```

1 % main box place!
2 - a=13.4;
3 - b=2.87;
4
5 - Nb=100; % number of boxes
6
7 % random boxes sizes!
8 %a=randi([a b]);
9 %a=0.05*nb+0.3*nb*rand(1,Nb);
10 %b=0.05*nb+0.3*nb*rand(1,Nb);
11 %c=min([aa bb]/2); % smallest half-size
12 AA=aa.*bb; % boxes areas
13 %a=randi([a b]);
14 - aa=1.2*rand(1,Nb);
15 - bb=1.9*rand(1,Nb);
16 - c2=min([aa bb]/2); % smallest half-size
17 - AA=aa.*bb; % boxes areas
18
19 - penalty=0.2*a*b;
20 - na=0.8; % negative area coefficient

```

b) For Type 1 steel roll

Figura 15. Código del algoritmo genético en MATLAB.

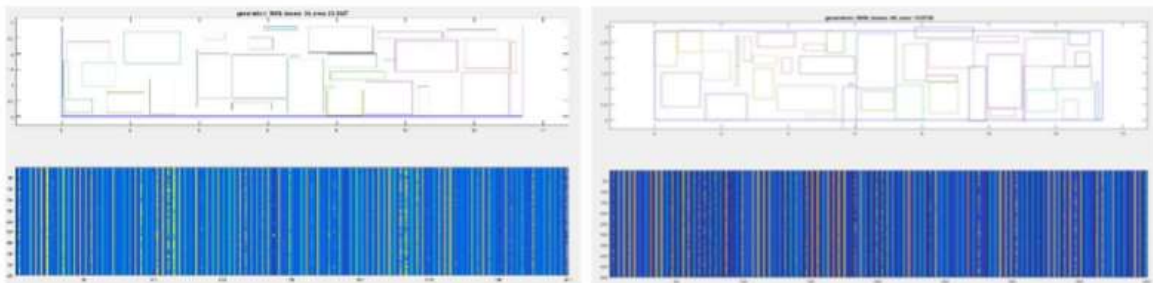
Utilizando el diseño ortogonal de Taguchi se pretende obtener los factores más significativos con respecto al tiempo de carga y descarga. Para el experimento se utilizaron 3 factores controlables que son los tipos de máquina a utilizar ya sea grúa de pinzas y gancho de grúa tipo c, peso de las bobinas de acero, turnos de trabajo y 2 factores no controlables, que son la distancia recorrida y los operadores implicados la carga. De esta manera se deben realizar 8 carreras con el objetivo de encontrar el menor tiempo posible de todas las corridas posibles.

	Tipos de rollo	Peso del rollo de acero	Giro	Distancia recorrida desde la grúa	Operador	Y (tiempo de carga)
1	1	1	1	1	1	3.07
2	1	1	1	2	2	2.56
3	1	2	2	1	1	4.35
4	1	2	2	2	2	3.35
5	2	1	2	1	2	5.01
6	2	1	2	2	1	4.17
7	2	2	1	1	2	3.26
8	2	2	1	2	1	4.37

Tabla 2. Factores de carga.

### 3. RESULTADOS.

Como se mencionó en la literatura, se realizaron pruebas en el software Matlab para mostrar las posibles acomodaciones en la plataforma, para su transporte. A través de la modificación y el uso de un algoritmo genético, se decidió encontrar una posible solución al problema de Empaque. Para esto, se utilizaron dos instancias diferenciadas por rollos de acero. En la corrida 1 los casos utilizados fueron de 1,9 m de largo y 1,2 de ancho. La segunda corrida mide 2 m de largo por 1,5 m de ancho. Ambos con una población de 100.



Corrida 1

Corrida 2

Figura 16. Implementación del algoritmo genético en MATLAB.

Como se ha mencionado en la figura anterior, en la primera tirada se obtienen 40 cajas, que al multiplicarse su peso en toneladas supera el peso permitido. En la segunda ejecución se visualizan 30 cajas generadas por el uso del algoritmo. Al realizar las corridas de datos en Minitab para el diseño del experimento, se obtienen algunos gráficos llamados señal de ruido. Estas tablas identifican el valor más significativo que desea encontrar. De tal forma que con atención al problema, identificamos que los valores más significativos son los turnos y las máquinas (grúas) especificados gráficamente en la figura 17. A través del uso del diseño ortogonal se analizó la estimación de la contribución de los factores individuales que influyen en la carga de rollos de acero.

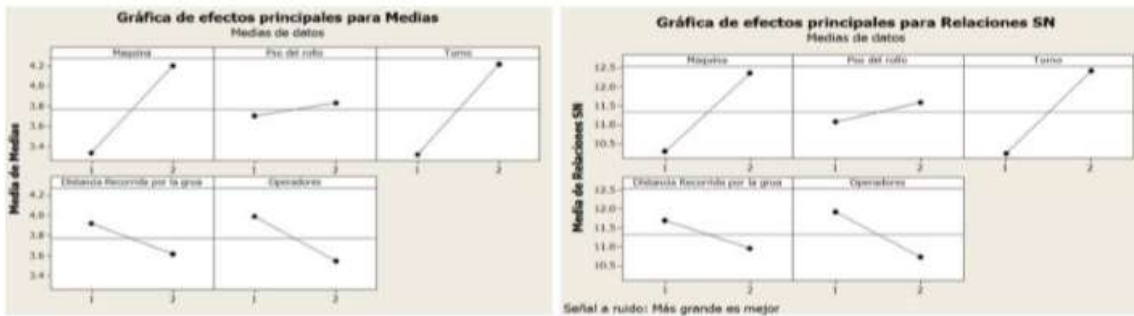


Figura 17. Gráficos de medias y relaciones de ruido.

Haciendo una conexión con la figura 16 de la representación gráfica de la implementación del algoritmo, resulta posible confirmar cuáles son los factores más significativos para la carga de los rollos de acero mencionados anteriormente. La siguiente tabla muestra el análisis de Taguchi realizado en el Minitab.

**Análisis de Taguchi: y (tiempo dec vs. Maquina, Pso del roll, Turno, ...**

Tabla de respuesta para relaciones de señal a ruido  
Más grande es mejor

Nivel	Distancia			Distancia	
	Maquina	Peso del rollo	Turno	por la grúa	Operadores
1	10.29	11.08	10.25	11.69	11.93
2	12.37	11.59	12.42	10.97	10.73
Delta	2.07	0.51	2.17	0.72	1.20
Clasificar	2	5	1	4	3

Figura 18. Análisis de Taguchi generado en Minitab.

De acuerdo con los resultados obtenidos el tiempo de alojamiento en el transporte debe realizarse para acomodar el tiempo de descarga en el siguiente diseño; sobre la base de los resultados obtenidos en el experimento, las corridas, se encontró que el promedio es 4,0625 esto significa que hay que mejorar en la gestión del uso de las grúas. Otros factores que afectan es el giro, una implementación para resolver este problema es el uso de grúas. Como se puede ver para sostener este tipo de materiales es necesario utilizar el amarre directo e indirecto.

El amarre de tierra indirecta segura, da resistencia al movimiento lateral y longitudinal de los rodillos. Mientras que los lazos directos anclaban los rollos de acero. Para realizar este proceso, es necesario contar con las correas de amarre, cables o cadenas, teniendo en cuenta el voltaje de estos materiales.

Se realizaron pruebas de cálculos matemáticos y se obtuvieron resultados favorables debido a que con este método se están distribuyendo volúmenes optimizando el espacio, este ejercicio en el futuro puede traer mejoras estructurales a los productores al proporcionar una herramienta efectiva que les permite mejorar sus procesos, empleando alternativas como lo es el uso de una pantalla para observar la disposición que gracias al algoritmo de visualización del Bin Packing.

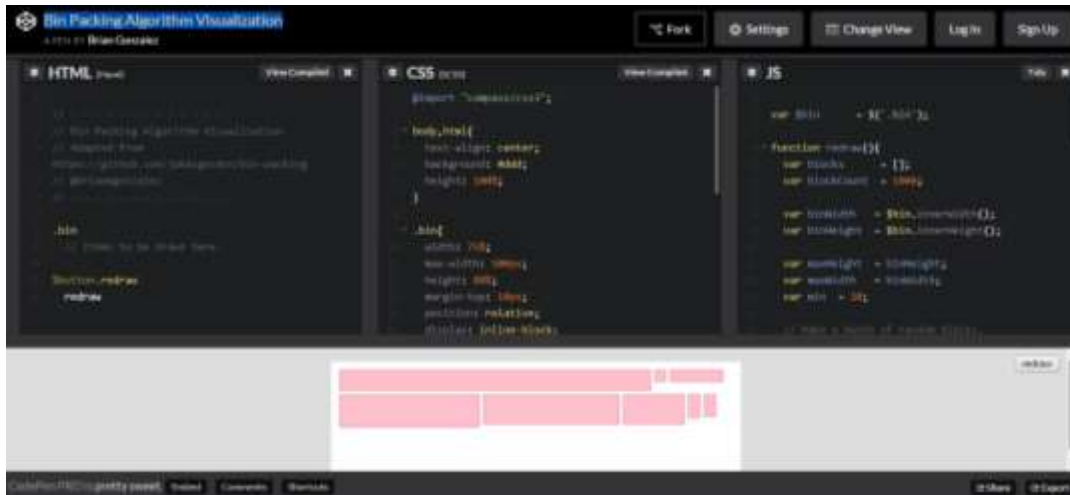


Figura 19. Pantalla de la herramienta Bin Packing Problem.

En la actualidad el enfoque educativo desarrolla la capacidad del alumno para identificar un problema y desarrollar estrategias para encontrar soluciones a este problema en particular, sin embargo, era necesario tener en cuenta parámetros irregulares y contextos cambiantes con el fin de minimizar los daños y maximizar el espacio de alojamiento que se considera viable en consideración tanto del tiempo como de las restricciones que son importantes en el tratamiento de cada producto. Corriendo este algoritmo, se observó que el mejor resultado se obtuvo con el 100% de las hormigas que representan los vehículos, comparado con el experimento se obtuvo un resultado similar con el 80% de las hormigas, con lo que se concluye que ambos resultados son optimizados y que los problemas de VRP (*Vehicle Routing Problem*) con rutas así como el algoritmo de colonia de hormigas se desempeña mejor en problemas complejos.

#### 4. CONCLUSIONES Y/O PROYECTOS FUTUROS.

Es altamente relevante mostrar gráficamente la demanda esperada a cubrir reactivamente la cadena de suministro y la distribución de envíos o entregas en una región, pensando en el futuro puede implicar el uso de ciertos tipos de flota de vehículos asociados con la demanda estocástica y optimizar los costos asociados con la gasolina y el desgaste de los componentes del vehículo. En esta investigación se discutieron los temas: VRP, CVRP, Bin Packing Problem, algoritmo de colonia de hormigas y vecino más cercano y el estado actual de correos México, según los resultados obtenidos se mostró que contribuyen a planificar mejor sus rutas de distribución de los productos del caso analizado de la industria de la floricultura en México.

El arreglo experimental propuesto en este artículo también contribuye a que el modelo educativo actual, ya que este promueve la formación de estudiantes competentes que pueden identificar problemas en la vida cotidiana y proponer soluciones utilizando sus conocimientos.

#### 5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Duan, L., Loh, J.T., and Chen, W.F. (1990). "M-P-F based analysis of dented tubular members". *Journal of Structural Engineering*, Vol. 21, No. 8, pp 34-44.
2. Fang, T.C. (1987). "Network resource allocation using an expert system with fuzzy logic reasoning", Ph.D. thesis, University of California at Berkeley, California, USA.

3. Hong Kong MTR Corporation. (2001). Passenger Data for 1990-2000, <http://www.mtr.com.hk>, mm/dd/yy. (date accessed)
4. Paulson, B.C., and Barrie, D.S. (1992). *Professional Construction Management*, 3<sup>rd</sup> edition, McGraw-Hill International, Singapore.
5. Peter, J. (1998). "Development of a risk management model for international joint ventures", *Proceedings of Second International Conference on Project Management*, Editors: L.R.K. Tiong, National University of Singapore, Singapore, pp. 55-67.
6. Truman, H. (1990). Private Communications.
7. Van Hoover, M. (2002). Interview, 7 August 2002.
8. Revista electronica, Tierra Fértil, Reportaje, Floricultura mexicana: Gran industria en el anonimato. Edición: 28 Mayo 2014. Por: Raúl Torres Lugo.
9. Garcia Velazco, Clara Azmin Jimenez Martinez, Evelyn Janet Leon Garcia, Salvador Alejandro Perez Garcia, Jazmin Araceli,(2012), Tesis de Nivel Superior: La Floricultura en México, un reto a la exportación.
10. Raúl Pino<sup>1</sup>, David de la Fuente<sup>1</sup>, Isabel Fernández<sup>1</sup>, Nazario García<sup>1</sup>, (2010) , Tesis: Optimización del Llenado de Contenedores para Transporte Multimodal
11. Diana Maritza Nieto Yáñez, Tesis Final: Hibridación De Algoritmos Metaheurísticos Para Problemas De Bin Packing.
12. Phadke, M.S. (1989). "Quality Engineering Using Robust Design". Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.
13. Holland, J.H. (1973). "Genetic Algorithms and the Optimal Allocation of Trials", *SIAM J. Comput* (2), pp. 88-105