

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE PROGRAMACIÓN DE ÓRDENES DE
TRABAJO CON RESTRICCIONES DE SINCRONIZACIÓN PARA UNA
EMPRESA DE LA AGROINDUSTRIA DE FLORES.**

Freddy Leonardo López Guzmán

TRABAJO DE GRADO

Presentado como requisito parcial

Para optar al título de

Magíster en Diseño y Gestión de procesos

UNIVERSIDAD DE LA SABANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN DISEÑO Y GESTIÓN DE PROCESOS

ÉNFASIS: SISTEMAS LOGÍSTICOS

Chía, Cundinamarca

2020

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE PROGRAMACIÓN DE ÓRDENES DE
TRABAJO CON RESTRICCIONES DE SINCRONIZACIÓN PARA UNA
EMPRESA DE LA AGROINDUSTRIA DE FLORES.**

Freddy Leonardo López Guzmán

Doctor Alfonso Tullio Sarmiento Vásquez

Director

Universidad de la sabana

Doctor William Guerrero Rueda

Codirector

Universidad de la Sabana

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE PROGRAMACIÓN DE ÓRDENES DE
TRABAJO CON RESTRICCIONES DE SINCRONIZACIÓN PARA UNA
EMPRESA DE LA AGROINDUSTRIA DE FLORES.**

Jurado: Leonardo José González Rodríguez

Jurado: Diana Yomali Ospina

Jurado: Frank Alexander Ballesteros Riveros

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer la ejecución de este trabajo a Dios y ofrecerlo a la virgen, es el fruto del propósito que ellos tienen para mi vida. Agradezco a mi esposa Diana Cadena por su paciencia, apoyo, tolerancia y ante todo por todo su amor. A mis hijos Juana y Matías quienes me apoyaron y sacrificaron parte de su tiempo a mi lado para que yo pueda realizar este proyecto. A mis padres Roberto y Yolanda por toda una vida de educación y aprendizaje, a mis hermanas por su innumerable ánimo y energía para continuar y escribir esta historia junto a mi familia.

A mis amigos Danilo Fonseca, Paul Soltys y Jorge Fajardo que me llevaron de la mano durante todo el proceso y acompañaron en diferentes etapas de este camino. A Daniel Mojica por la oportunidad y creer en mí. Alejandro Varón por su aporte y por guiarme más allá del proyecto.

Agradezco la enseñanza, la disciplina, el acompañamiento y la tolerancia del profesor Alfonso Sarmiento, de quien aprendí. Me llevo a exigirme y esforzarme siempre cuestionando cada paso de este trabajo. Al profesor William Guerrero le agradezco su aporte, su objetividad y la forma como transforma un punto de vista para el entendimiento del problema.

A la **Universidad de la Sabana** que me brindó la oportunidad para formarme como Magíster y me brindo la opción de crecer como profesional y como persona.

TABLA DE CONTENIDO

1. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y EXPORTACIÓN DE FLORES	7
3. IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE MEJORA	14
4. SELECCIÓN DE LA MEJORA A DESARROLLAR	16
5. OBJETIVOS	18
5.1 Objetivos específicos	18
6. CASO DE ESTUDIO	19
7. METODOLOGÍA	20
7.1 Método actual	22
7.1.1 Ordenar proveedores	23
7.1.1.1 Importar los datos de la oferta de cada proveedor.....	23
7.1.1.2 Ordenar en forma descendente a los proveedores de acuerdo con su oferta	24
7.1.1.3 Ordenar en forma ascendente a cada proveedor de acuerdo con su porcentaje de asignación	24
7.1.2 Ordenar pedidos	25
7.1.3 Asignar subpedidos a los proveedores	28
7.1.3.1 Seleccionar primer pedido no asignado de la lista de subpedidos	28
7.1.3.2 Asignar subpedidos a proveedor en fecha solicitada.	29
7.1.3.3 Asegurar equidad en el porcentaje de asignación	29
7.1.3.4 Estadísticas de asignación	29
7.1.3.5 Reasignar pedidos	29
7.1.4 Revisar asignación vs oferta	30
7.1.4.1 Importar subpedidos Asignados	31
7.1.4.2 Descargar demanda por día.	31
7.1.4.3 Revisar subpedido	31
7.1.4.4 Subpedido enviado a producción	31
7.1.4.5 Buscar otro proveedor que lo realice	31
7.1.4.6 Reasignar subpedido	31
7.1.4.7 Proponer otra fecha de entrega	31

7.1.4.8 Desasignar subpedido	32
7.1.5 Calcular estadísticas de asignación	32
7.2 Método Propuesto	33
7.2.1 Determinar días de desfase	34
7.2.2 Ordenar proveedores	35
7.2.2.1 Importar los datos de la oferta de cada proveedor.....	36
7.2.2.2 Ordenar en forma descendente a los proveedores de acuerdo con su oferta	37
7.2.2.3 Ordenar en forma ascendente a cada proveedor de acuerdo con su porcentaje de asignación	38
7.2.3 Ordenar Pedidos	38
7.2.3.1 Importar pedidos	39
7.2.3.2 Seleccionar regla de ordenamiento	40
7.2.3.3 Generar lista de pedidos bajo la regla	40
7.2.5 Asignar subpedidos a los proveedores	41
7.2.5 Cálculo de estadísticas de asignación	43
6. RESULTADOS CASO DE ESTUDIO	45
8.1 Resultados método actual	46
8.2 Resultados método propuesto	48
8.2.1 Comparación reglas de asignación	48
8.2.2 Reportes para toma de decisión	57
8.2.2.1 Reportes de asignación	57
8.2.2.2 Reportes de resultados de los subpedidos asignados	58
8.2.2.3 Reportes de resultados de los pedidos no asignados	59
8.3 Diferencias entre el método actual y propuesto	62
9. CONCLUSIONES.....	69
10. TRABAJO FUTURO.....	72
11. ANEXO	73
12. BIBLIOGRAFÍA.....	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso de producción de flores en Colombia	8
Figura 2. Proceso de manufactura de flores en Colombia.....	10
Figura 3. Proceso de logística de flores en Colombia	11
Figura 4. Proceso de producción y exportación de flores en Colombia.....	12
Figura 5. Posibles causas de retraso en las órdenes de producción	14
Figura 6. Fases metodológicas para el desarrollo del trabajo	20
Figura 7. Diagrama de actividades que rigen el proceso actual de asignación.	22
Figura 8. Subproceso de ordenar proveedores	23
Figura 9. Proceso de asignación método actual.....	28
Figura 10. Proceso de revisión de la oferta vs asignación por proveedor	30
Figura 11. Método de asignación propuesto en el algoritmo	34
Figura 12. Visualización de ingreso de días de desfase en la aplicación	35
Figura 13. Proceso de ordenamiento de proveedores en la aplicación	36
Figura 14. Importación de la oferta proveedor en la ventana en la aplicación.....	37
Figura 15. Orden descendente oferta del proveedor total de tallos Fuente.....	37
Figura 16. Orden descendente del % de asignación en la aplicación	38
Figura 17. Proceso de la demanda en el método propuesto en la aplicación	39
Figura 18. Importe de pedidos en el método propuesto	39
Figura 19. Selección de ordenamiento de pedidos en método propuesto.....	40
Figura 20. Generación de listado de selección de pedido según regla método propuesto	41
Figura 21. Proceso de asignación método propuesto.	42
Figura 22. Conteo de pedidos asignados y no asignados en el método propuesto	43
Figura 23. Porcentaje de asignación por proveedor en método propuesto	44
Figura 24. Número de Subpedidos no asignados por fecha 1 día de desfase	54
Figura 25. Número de Subpedidos no asignados por fecha 5 día de desfase	55
Figura 26. Número de Subpedidos no asignados por fecha 10 día de desfase	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Exportaciones totales colombianas según sector 2019 - 2020.....	2
Tabla 2. Oferta proveedor del total de tallos.....	24
Tabla 3. Porcentajes de asignación para proveedores de flor.....	25
Tabla 4. Tabla de entrada de pedidos por orden de llegada	25
Tabla 5. Equivalencias de tamaños de caja con el tamaño estándar del mercado	27
Tabla 6. Resultados de asignación del método actual	45
Tabla 7. Ejecución de la asignación del operador logístico por cada proveedor ...	47
Tabla 8. Estado de asignación de los subpedidos con los diferentes días de desfase en el método propuesto (noviembre 2017)	50
Tabla 9. Asignación en tallos de diferentes días de desfase del método propuesto (noviembre 2017).	51
Tabla 10. Reporte de asignación.....	57
Tabla 11. Resultados de los subpedidos asignados	58
Tabla 12. Demo Reporte subpedidos no asignados.....	59
Tabla 13. Subpedidos no asignados por semana color calidad (mes de noviembre 2017)	61
Tabla 14. Diferencias cualitativas entre el método actual y método propuesto	62
Tabla 15. Diferencias cuantitativas entre el método actual y método propuesto...	66

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Corridas regla RALE para 10 días de desfase	73
Anexo 2. Corridas regla RALE para 5 días de desfase	75
Anexo 3. Corridas regla RALE para 1 días de desfase	79

RESUMEN

El problema estudiado en este proyecto consiste en distribuir un conjunto de pedidos de flores entre un grupo de plantas de producción con criterios de eficiencia y equidad. Adicionalmente se consideran restricciones de sincronización para la exportación de los productos. Se implementó un algoritmo de tipo heurístico para optimizar las decisiones de asignación de trabajos en paralelo a 17 unidades agroindustriales vinculadas asociativamente, con la intención de determinar cuál es la asignación que minimiza el tiempo promedio de entrega de los diferentes trabajos al cliente final en los Estados Unidos. El algoritmo se desarrolla en base a la información logística disponible y se integró a una herramienta de software para implementarlo en la plataforma en la cual se administra toda la asignación de trabajos. El modelo se valida en un ambiente real de manufactura del sector agroindustrial de las flores, y en su cadena logística desde Colombia. Los resultados de las pruebas computacionales logran demostrar la capacidad del algoritmo para asignar, sincronizar y establecer escenarios para la consolidación de los pedidos en Estados Unidos, objetivo del modelo, ya que las herramientas de análisis existentes previamente no compensan el nivel de precisión requerido para este sistema logístico.

Palabras clave: Teoría de Restricciones; flow shop; secuenciación de trabajos; heurística

1. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN

Desde hace más de 40 años Colombia empezó a posicionarse en el mercado mundial de las flores. El país se convirtió en el segundo exportador de flores de corte en el mundo sólo detrás de Holanda, con una participación del 16% de los flujos totales de estos productos. Los Estados Unidos constituyen el principal destino de las exportaciones totales, con una participación del 77,9%, el Reino Unido (3,1%), Japón (3,6%), Holanda (2,6%), Canadá (2,5%) y España (1,9%) (Asocolflores, 2020). Para el 2002 dos de cada tres flores que se venden en los Estados Unidos provienen de Colombia (Universidad Nacional, 2012), es el sector agrícola más intensivo en uso de mano de obra en Colombia. Genera 78.000 empleos directos, (en promedio 17 personas por hectárea), y 50.000 empleos indirectos, es el principal generador de divisas no tradicional por exportaciones (casi U.S.\$ 1475 millones al año) (Asocolflores, 2020), es el quinto sector más importante en exportaciones en el país, es el principal generador de carga aérea de exportación en el país, con exportaciones 6 días a la semana, todo el año y principal empleador rural en la Sabana de Bogotá y en Rionegro - Antioquia, generando un cinturón de contención a las migraciones del campo hacia Bogotá y Medellín.

Vale la pena señalar que Estados Unidos es el mayor comprador del mundo, en donde Colombia es el principal proveedor de flores del mercado con el 65 por ciento de las ventas y el 80 por ciento del volumen de productos (Portafolio, 2016).

Con más de 1.400 millones de dólares y 257,357 toneladas en exportaciones en el primer semestre de los años 2018 y 2019 se observa la influencia que tiene los Estados Unidos como principal socio económico de Colombia y la importancia de este mercado para el desarrollo productivo del país (Asocolflores, 2020). En el año 2019 representó el 3,6% de los ingresos por las exportaciones directas en el periodo enero a agosto. Las flores frescas de corte son el 4,3% ingresos por exportaciones directas para el año 2020 (DANE, 2020) Tabla 1. De allí la importancia de impactar el sistema logístico utilizado para desarrollar su actividad productiva.

Tabla 1. Exportaciones totales colombianas según sector 2019 - 2020

Descripción del producto	Enero - agosto					
	2019p	2020p	Participación (%)	2019p	2020p	Participación (%)
	Miles de dólares		2020	Toneladas métricas		2020
Total	26.821.647	20.292.124	100,0	83.092.978	86.352.918	100,0
Aceites crudos de petróleo o de mineral bituminoso.	8.917.942	4.765.829	23,5	22.188.582	20.376.683	23,60
Hullas térmicas.	3.326.593	2.711.120	13,4	46.694.627	53.088.010	61,48
Oro(incluido el oro platinado), en las demás formas en bruto, para uso no monetario.	957.191	1.548.416	7,6	30	37	0,00
Los demás cafés sin tostar, sin descafeinar.	1.498.681	1.574.020	7,8	496.279	455.958	0,53
Bananas o plátanos tipo "cavendish valery" frescos	601.808	567.779	2,8	1.316.464	1.264.019	1,46
Gasosils (gasóleo), excepto desechos de aceites y que contengan biodiésel	857.397	534.230	2,6	1.595.785	1.605.300	1,86
Coques y semicoques de hulla, incluso aglomerados.	558.495	411.130	2,0	2.038.402	2.199.437	2,55
Las demás flores y capullos frescos, cortados para ramos o adornos¹.	426.132	407.407	2,0	57.479	50.210	0,06
Aceite de palma en bruto.	226.467	267.027	1,3	458.890	440.756	0,51
Ferroníquel.	320.144	264.219	1,3	89.805	80.168	0,09
Rosas frescas, cortadas para ramos o adornos¹.	242.212	234.219	1,2	33.993	35.899	0,04
Los demás claveles frescos, cortados para ramos o adornos¹.	106.499	91.195	0,4	20.076	18.371	0,02
Pompones frescos, cortados para ramos o adornos¹.	79.312	67.845	0,3	22.290	19.836	0,02
Alstroemerias frescas, cortadas para ramos o adornos¹.	53.192	47.592	0,2	13.125	14.086	0,02
Claveles miniatura frescos, cortados para ramos o adornos¹.	50.221	44.197	0,2	9.774	8.947	0,01
Café tostado, sin descafeinar, molido.	29.038	32.961	0,2	4.919	5.754	0,01

(DANE, 2020)

En la definición de mejoramiento de los procesos logísticos siempre se ha establecido que la premisa para tener en cuenta es la variable que relaciona el

¹ Productos (renglones) que corresponden a exportación directa de flores. DANE 2020

tiempo, sin embargo, la velocidad de reacción de los mercados internacionales y la competitividad hace que este ítem sea cada día más trascendental. Es una buena o mala experiencia que un cliente tiene, lo que a hoy determina la fidelidad y el éxito del negocio. En la búsqueda de este proceso y en el desarrollo del gremio floricultor se ha venido trabajando en procesos de estandarización y modelos de trabajo de órdenes de producción para procesar flores de corte que permitan consolidar carga y atender como una masa un mercado tan demandante como el norteamericano (Oviedo & Rodriguez, 2009).

La operación de una bodega de manufactura de flores demanda procesos altamente eficientes y eficaces, que puedan responder a los pedidos de los clientes con gran velocidad y óptima calidad, bajo un esquema de manufactura en línea y operaciones definidas (Alfaro Silva, 2007).

En el gremio floricultor han existido diversos intentos de crear y utilizar herramientas que permitan hacer un acercamiento más preciso a la realidad del proceso en la planeación de la producción, como apoyo para la toma de decisiones en la planeación de la manufactura y estimación de patrones de entrega de órdenes al cliente final. Principalmente estas herramientas se basaron en cálculos simples y en programas básicos (Ye, Li, & Miao, 2016) que resultan en pruebas limitadas de menor tamaño debido a la carencia de una herramienta de planeación adecuada que logre atender las necesidades de un mercado tan dinámico y cambiante.

Por otro lado, los datos obtenidos que sirven para hacer una planeación más eficiente se originan durante o después la ejecución del proceso, mas no antes de él. Generalmente, esta carencia de datos previos a la ejecución da lugar a una planeación basada en la intuición, que puede resultar poco efectiva. La importancia de una buena planeación de la ejecución del proceso en planta y en general de la utilización de los recursos disponibles en las salas de manufactura es un factor importante para cumplir con la demanda del cliente y mantener unos costos razonables de producción (Alfaro Silva, 2007).

Particularmente en las salas de manufactura de las empresas floricultoras, la implementación de una herramienta predictiva de los procesos y los tiempos necesarios para llevar a cabo los pedidos del cliente permite encontrar un esquema operativo para determinar los retrasos y las actividades críticas a desarrollar para llevar a un feliz término los procesos de manufactura aprovechando la cadena logística establecida.

Toda herramienta que se diseñe para minimizar los tiempos en la entrega, operación y manufactura de los productos perecederos tiene un gran impacto en los indicadores de calidad. Para este fin, es necesario utilizar una serie de conocimientos técnicos que apuntan al diseño de procesos óptimos que nacen de una planeación cuidadosa, donde se obtiene el mejor producto terminado con las especificaciones y exigencias del consumidor final (Eckerd, Boyer, Qi, & Eckerd, 2015), entregados en los tiempos definidos y teniendo en cuenta variables críticas en el proceso de manufactura.

En la actualidad para desarrollar los procesos de manufactura, una asociación de unidades de producción agroindustrial denominada (UP) con diferentes tamaños y productos, se vinculan a una empresa logística con la finalidad de centralizar el proceso de asignación y distribución de órdenes de producción, dado que la magnitud de una orden obliga a que la asignación involucre varios cultivos para su ejecución conocido también como atomización de las órdenes de trabajo. Sin embargo, el reto radica en ¿cómo hacer que un proceso logístico sincronice y minimice la dispersión en las órdenes de producción, cuando estas son asignadas a diferentes unidades de producción(UP)?, para que las UP que usan esta intermediación logística puedan exportar sus flores en el momento indicado para cumplir con el cliente (Flynn, Koufteros, & Lu, 2016).

El problema estudiado en este trabajo consiste en crear un sistema logístico especializado capaz de sincronizar la asignación y distribución de órdenes a cada cultivo en un 80% meta establecida por el proveedor de servicios y los accionistas del negocio dada la naturaleza de este. Se deben generar un sistema de apoyo a la toma de decisiones de planeación de las operaciones que se realizan en la

compañía, estableciendo las diferentes variables que se involucran en los criterios de eficiencia y equidad de carga de trabajo. De esta manera las órdenes de producción llegarían a tiempo a cada cultivo para iniciar su manufactura y su envío puede monitorearse y alinearse con la entrega que espera el cliente.

Hoy por hoy, la asignación de órdenes de producción desde la empresa logística se realiza con herramientas de análisis que no compensan el nivel de precisión que requiere esta labor. En oportunidades la capacidad humana se queda corta ante el volumen de órdenes que se deben asignar por día, el proceso no da espera de tal suerte que el nivel de improvisación se incrementa y la distribución se hace por criterios personales y percepciones que se tengan en el mismo instante de asignar (Taylor, Garetti, & Taisch, 2013); en ocasiones desconociendo el inventario de materiales necesarios para la ejecución, las capacidades de manufactura de cada sala, los pedidos en proceso, las fechas en que se han propuesto los pedidos asignados días atrás y la prioridad que se le debe dar a las órdenes entrantes. Las personas que realizan esta labor, lo hacen desde hace años y no conocen en donde se generan los errores aun cuando lo realizan con la intención de minimizarlos; debido a que no tienen un sistema estandarizado que les permita evaluar el proceso y retroalimentarlo en pro de la mejora (Ferdows, Vereecke, & De Meyer, 2016). En razón a esto, si se creara un sistema logístico que parametrize todas las variables que juegan en el proceso de asignación y realizará los cruces de información de inventarios, órdenes de compra y disponibilidad de flor de cada sala de manufactura, con cálculos realizados en segundos, se lograría consolidar desde Colombia toda la orden y se entregaría en el momento justo, con esto se minimizan las esperas, se da celeridad a los procesos de manufactura en cada sala de manufactura asociada, se aumenta la productividad, se minimizan los reprocesos y se hace más corto el tiempo de atención de un pedido (Bendoly & Chao, 2015).

Los cultivos estudiados desarrollan modelos productivos mono producto y Multiproducto. La diversificación de su producción limita la asignación. Una sola unidad de producción (UP) no está en la capacidad de resolver todas las órdenes de producción completas. Se requiere del apoyo de otros cultivos asociados, debido

a que las órdenes de producción involucren diferentes gamas de productos cultivados en las empresas agroindustriales. Esta condición produce, por ejemplo, que una misma orden de producción sea enviada a los Estados Unidos en múltiples fechas diferentes por la programación que realizan los cultivos involucrados. Cabe anotar que el pedido solo puede ser distribuido por el cliente cuando está completo, es decir, el producto debe esperar varios días para ser consolidado en las bodegas del cliente. Esta situación incrementa los metros cúbicos utilizados para almacenamiento y consolidación de órdenes; aunque necesarios por la falta de un sistema logístico. Estos espacios se ven subutilizados debido a las diferencias de programación que se utilizan para enviar el mismo pedido. El diseño de este sistema logístico asigna y sincroniza la orden en un mismo día de despacho o en los días planeados que se pueda desfasar el pedido, realizando una entrega más rápida al cliente, optimizando el transporte, minimizando los tiempos de almacenamiento, maximizando el promedio de vida en florero (indicador de calidad de un producto como las flores).

Por último, el transporte es una de las operaciones más beneficiadas con la implementación del sistema logístico propuesto. Actualmente los incumplimientos se suplen con envío de órdenes atrasadas por operadores particulares 3PL por sus siglas en inglés (Third party Logistics)(Adida, Bakshi, & Demiguel, 2016) que se encuentran fuera de la cadena logística propia, ejemplo FedEx. Con la implementación del sistema logístico se eliminarían las órdenes atrasadas debido al conocimiento de los inventarios, los estados de la manufactura, el alistamiento de los pedidos a despachar y el tránsito que estos tienen desde el momento que son asignados a cada una de las unidades de producción agroindustrial; teniendo como resultado el aprovechamiento al 100% de la operación logística propia, reducción de costos y reducción de los tiempos de servicio.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y EXPORTACIÓN DE FLORES

Para el desarrollo del proceso de producción y exportación de flores de corte se hace necesario planear la demanda y como consecuencia la producción. Esto implica que desde el mismo momento que se escoge un tipo de flor a cultivar toda una cadena de suministro sea desarrollada con flujos de información y producto que se transforma en diferentes etapas, para llegar a los clientes con una promesa de servicio que se representa con indicadores como tiempo de entrega y el tiempo de duración de estas flores en un florero.

Por ser un producto perecedero, que depende de la luminosidad y la temperatura en su desarrollo productivo, se deben escoger los materiales genéticos a implementarse en cada zona geográfica a cultivar, determinando la expectativa de producción por hectárea al año, la longitud del tallo y el tamaño del botón floral, parámetros fundamentales en la selección y destino del mercado al cual se quiere atender.

El subproceso de producción se caracteriza por iniciar toda una cadena de suministros con las operaciones de corte como se muestra en la Figura 1. Este proceso involucra actividades de organizar la infraestructura y mantenimiento. Además de conocimientos de las necesidades de recurso hídricos (MIRFE) y controles químicos o biológicos para plagas y enfermedades (MIPE). Es en este proceso en el que se define la cantidad de flor a ofertar en la comercialización y se basa en modelos de programación de producción que tienen en cuenta variables como la luminosidad y la temperatura. Es importante, además, revisar la estacionalidad del negocio y la mayor demanda del producto en los Estados Unidos la cual está determinada por las fiestas masivas como San Valentín y Día de la Madre. El cultivo de flores ha evolucionado en forma tal que se han generado cultivos hidropónicos que minimizan el efecto de la erosión del suelo y control de lixiviados en tierras ricas en explotación agrícola, los cuidados de la planta y su manejo de labores de adecuación determinan a futuro la calidad del producto y su respuesta a las expectativas de los clientes (Asocolflores & Lenis, 2014).

A diario se toman decisiones de corte y se transporta la flor desde las áreas cultivadas hasta las zonas de manufactura donde se aplican los criterios de selección establecidos por los clientes.

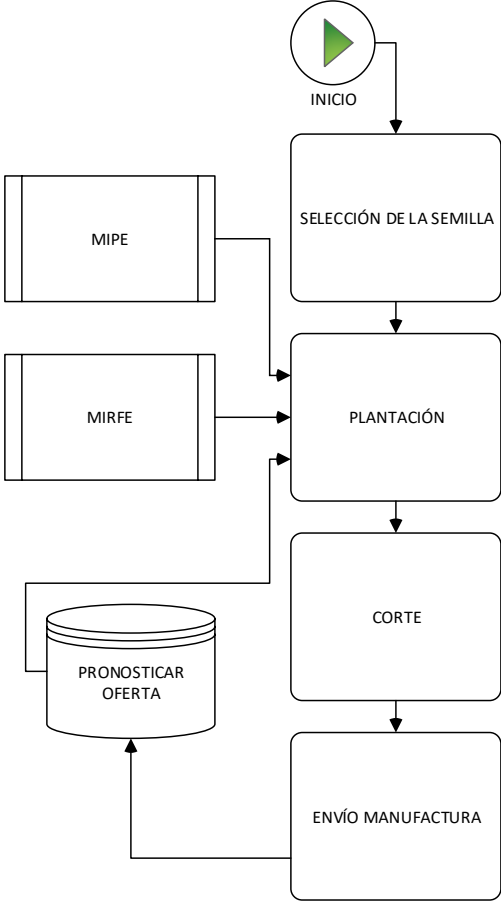


Figura 1. Proceso de producción de flores en Colombia

Fuente: El Autor

El subproceso para seguir es la manufactura de la flor, proceso donde se transforma cada flor para agregar valor, sin embargo, este es un proceso que debe realizarse contra el tiempo y buscando minimizar los tiempos donde la flor está fuera de sus condiciones óptimas de conservación, bajas temperaturas y altas humedades relativas con el propósito de inhibir su actividad metabólica natural. Una cadena de frío administrada eficientemente le permite mantener la calidad floral al bajar el ritmo de respiración, aumentando sus días de vida en florero, que se

constituyen en la promesa de servicio al cliente. En este punto existe una convergencia de la información ya que es el momento en el que operativamente se ejecuta la oferta del proceso de producción y se distribuye en órdenes de trabajo de las diferentes necesidades del departamento comercial a través del proceso logístico. Es en la manufactura que se crean los diferentes tipos de ramos que se comercializan en los Estados Unidos. El proceso se hace crítico en pro del máximo aprovechamiento de cada uno de los tallos a trabajar, teniendo en cuenta que, por tratarse de seres vivos, son plantas que difieren tanto en tamaño como en homogeneidad entre una variedad de flor a cultivar y otra. Llama la atención como se han posicionado en el mercado diferentes tipos de producto. Esto produce una carga laboral adicional a los procesos de manufactura debido a la aleatoriedad con la que se cortan las flores, así pues, en una sola unidad de transporte la dispersión de longitudes y tamaños de botón floral producen un trabajo de selección detallado que impacta los tiempos de entrega de las órdenes programadas y que generan atrasos en el desarrollo de esta cadena.

La elaboración de los ramos de acuerdo con las solicitudes del área comercial, el balance de la oferta, la demanda, el embalaje, el transporte y los tiempos de entrega son factores que deben planearse para brindar confiabilidad al área logística y cumplir satisfactoriamente con el proceso de la cadena establecida. La no aceptación de una orden de producción provoca en ocasiones el incumplimiento de una promesa de entrega y clientes insatisfechos. En ocasiones la oferta no es precisa y obliga a buscar en el mercado el producto faltante para evitar la pérdida de los clientes por órdenes que se creían confirmadas y que a última hora son incumplidas por los procesos de manufactura. El subproceso de manufactura se describe en la Figura 2.

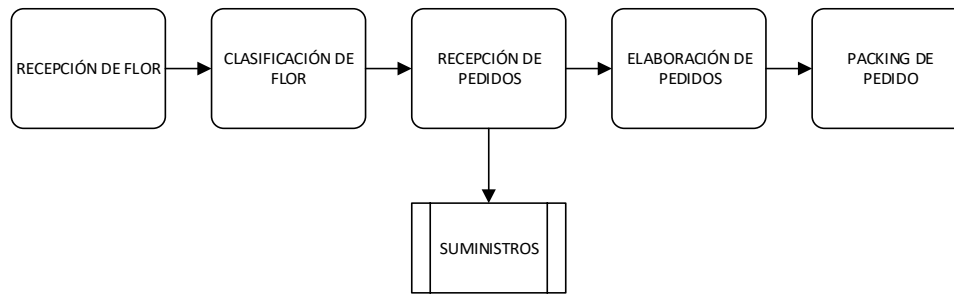


Figura 2. Proceso de manufactura de flores en Colombia

Fuente: El Autor

El subproceso logístico es la intermediación entre las dos fronteras, la comercialización y la producción con su manufactura. La carga diaria de flor de exportación se constituye con los pedidos que realizan los clientes, sean planeados o requeridos a última hora. Estos pedidos surgen en virtud de los segmentos que la floricultura colombiana atiende. Para el mercado americano, los supermercados, los mayoristas, las floristerías, la venta por Internet, entre otros, son quienes acuerdan a su tamaño, segmento y puntos de venta, pueden hacer negociaciones directas o comprar a importadores. La carga de flor es altamente atomizada, lo que significa que los clientes usualmente completan su pedido con grupos de cajas provenientes de diferentes empresas floricultoras (Mejía et al., 2020). Son pocas las empresas que pueden suplir con producción propia lo requerido por el cliente, dado su tamaño o teniendo en cuenta su especialización, razón por la cual compran a terceros, hacen alianzas con otros cultivos, o el cliente considera comprar en varios cultivos (González, 2013).

Estas cajas tienen su punto de encuentro en la bodega del Operador de Transporte Aéreo en el aeropuerto de origen (Aeropuerto El dorado en Bogotá, Aeropuerto José María Córdova en Rionegro, Antioquia), quien recibe directamente las cajas del Operador de Transporte Terrestre que proviene de la(s) finca(s) floricultora(s).

El operador de transporte aéreo se encarga de reunir las cajas y consolidar la carga de cada cliente acorde a lo requerido por la agencia que lo representa,

constituyendo así los pallets de cada aerolínea. Esto significa que diariamente, al muelle de carga internacional del aeropuerto El dorado (Bogotá, Colombia), y durante un día pico, hacen el ingreso entre 500 y 700 camiones cargados con flor (Asocolflores & Lenis, 2014). Cada uno de los camiones proviene de un cultivo o varios con carga para diferentes clientes. Dado que la consolidación de la carga se realiza en el aeropuerto, el operador de transporte aéreo debe contar con facilidades (bodegas con cuartos fríos y acceso a la plataforma de estacionamiento de aeronaves) que le permitan la actuar como un centro de consolidación de carga, es decir que permitan armar pallets de avión de diferentes cargas al mismo tiempo (Gonzalez, 2013). En virtud de que la logística de la flor tiene unos tiempos tan cortos para generar una respuesta efectiva al cliente, se hace necesario sincronizar con la carga todo el proceso logístico que permita enviar pedidos alineados a los tiempos de recepción que esperan los clientes (Mehmann & Teuteberg, 2015). Esta sincronización exige entonces que el cultivo o la agencia de aduana, como el cliente o la agencia de carga, también deban estar coordinados ver (Figura 3).

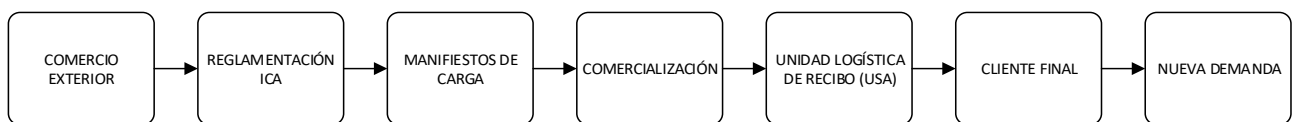


Figura 3. Proceso de logística de Flores en Colombia

Fuente: (Asocolflores & Lenis, 2014)

La comercialización es el último paso que da esta cadena de suministro de flores de exportación desde Colombia hacia estados Unidos, el área comercial atiende las necesidades de minoristas, mayoristas, supermercados y empresas de comercio electrónico con el propósito de establecer la demanda semanal de producto y transformarlo en órdenes de producción para su ejecución en cada una de las fincas cultivadoras de los productos solicitados. Es importante resaltar el desarrollo de esta cadena debe estar enmarcada en el manejo ético de los códigos de conducta establecidos por algunos clientes y que presuponen el lineamiento en una actividad empresarial más equitativa y justa con cada uno de los actores de esta cadena (Busse, 2015). En la Figura 4 se muestra el proceso general de producción y exportación de flores en Colombia y es allí donde se ve la complejidad

de un gremio tan altamente integrado por diversas estaciones todas ellas tan importantes para el desarrollo productivo de un modelo económico reconocido en el país.

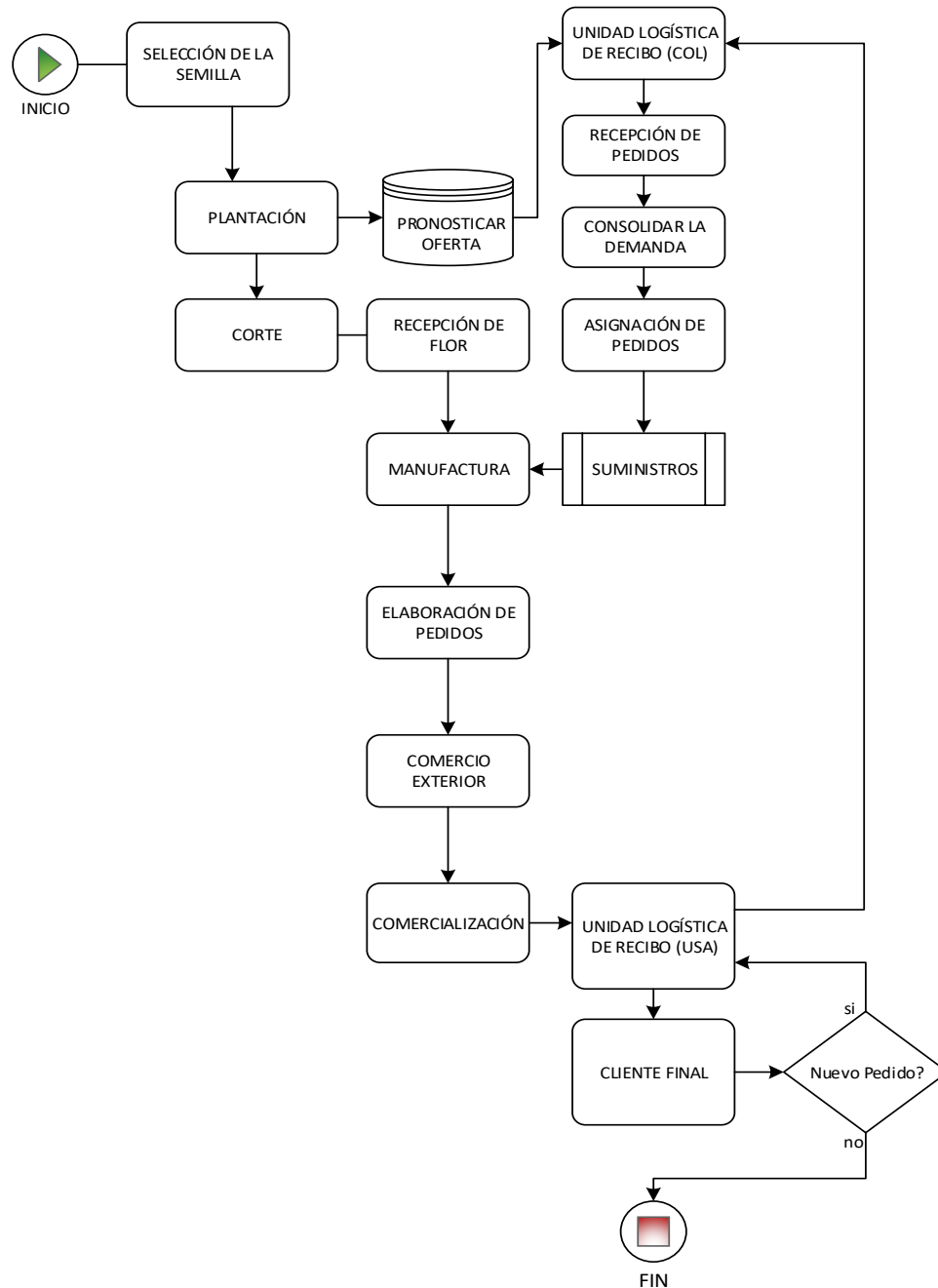


Figura 4. Proceso de producción y exportación de flores en Colombia

Fuente: Adaptada de (Asocolflores & Lenis, 2014)

La integración de la cadena de suministro de acuerdo con la estructura de la organización permite el desarrollo de procesos industriales que hacen más robusta las compañías con el pasar del tiempo. Esto ha llevado a que sean muchas las variables inciertas a determinar en las cadenas y que por este motivo los sistemas se independicen y vayan por caminos que no son generalmente los más equilibrados. Para estudiar este fenómeno se deben revisar los recursos con los que se cuentan en los procesos que en general están influenciados por el ambiente en el que se desarrolla la unidad de negocio, motivo por el cual la integración de estos tres sistemas, estructura de la organización, los procesos y ambiente circundante toman completa relevancia para determinar un bajo grado de incertidumbre.

3. IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE MEJORA

El problema para trabajar en este proyecto trata de la sincronización en la entrega de producto final en agroindustrias de flores y como se realiza la asignación de órdenes de producción a los diferentes cultivos asociados, este ejercicio debe ser resultado de una integración de balances de producto, color, variedad, calidad, cantidad, longitud, la relevancia de fechas de despacho entre otros atributos del producto además de materiales e insumos para ejecutar la orden y la capacidad de proceso que tiene cada una de las unidades de manufactura que se encuentra asociado a la unidad logística. Se utilizó un diagrama de ISHIKAWA, ver (Figura 5).

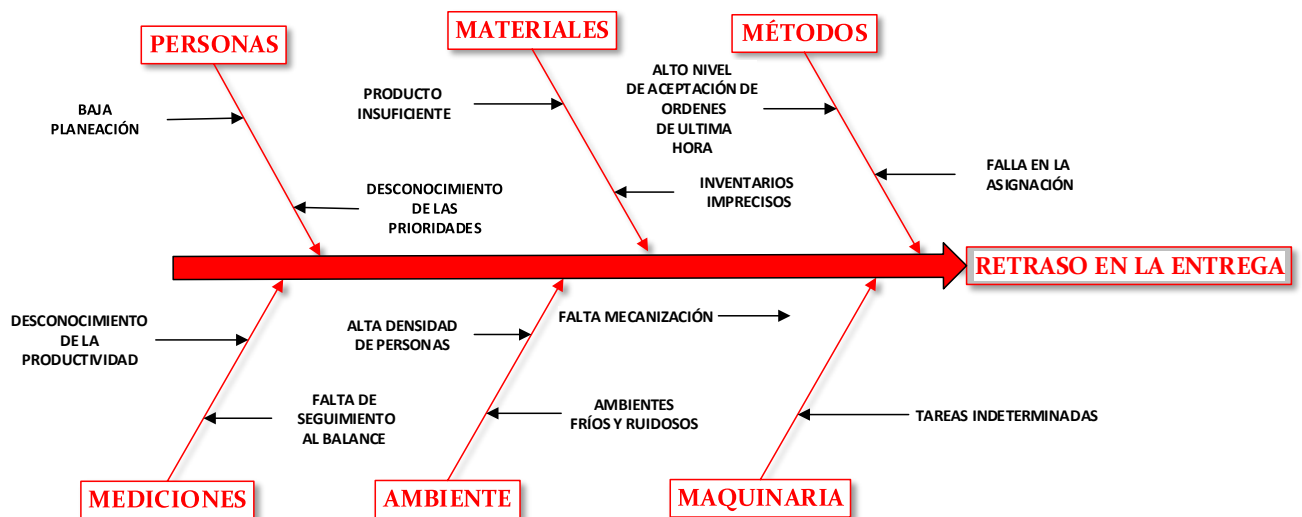


Figura 5. Posibles causas de retraso en las órdenes de producción

Fuente: Autor

Basados en el diagrama se decide trabajar en los métodos y cómo las personas usan los mismos en pro de desarrollar un trabajo eficiente. Es allí donde una mejora producirá resultados más precisos y métodos definidos de trabajo que permitan que el nivel de exactitud se eleve minimizando costos asociados en la operación logística de envío y altos niveles de producto estacionado en alguno de los puntos de la cadena entre Bogotá y Estados Unidos. El manejo equivocado del índice de

rotación de inventarios (Chuang & Oliva, 2015); produce altos costos en el manejo de los inventarios, sin embargo, se han identificado 3 fuentes básicas para la una mejor gestión, el número de salidas del inventario, el manejo del producto donde interviene el manejo humano, además de las contracciones del inventario en sí. Se refuerza la hipótesis que el manejo del personal, sus métodos y procedimientos intervienen directamente en la tergiversación del inventario, y que en la proporción que se invierte en el mejoramiento de las características necesarias para el registro, procedimientos y manejo de este personal, los beneficios se ven directamente relacionados con inventarios más precisos entregas a tiempo y porcentajes de cumplimiento acordes con la demanda del mundo actual.

4. SELECCIÓN DE LA MEJORA A DESARROLLAR

El alcance de este proyecto es la implementación del algoritmo heurístico diseñado en un grupo de empresas exportadoras de flores, a través de una mejora en el aplicativo web con el cual se realizan las labores actualmente. El aplicativo es implementado por la

empresa de intermediación logística la cual distribuye las órdenes de producción a sus empresas asociadas.

El cambiar la forma en que se asignan los pedidos, permite profundizar en la Metodología y determinar ¿cómo la oferta se ajusta mejor a la demanda? este ejercicio responde a la necesidad de realizar entregas a tiempo y ajustar dentro del proceso logístico las posibles desviaciones entre los proveedores en busca de generar como una agremiación de productores de flores la atención en masa de diferentes clientes. A su vez en un entorno tan complejo como lo es, el desarrollo agrícola, el abordar los métodos y las estrategias permiten encontrar soluciones factibles y de fondo a problemas establecidos en el desarrollo mismo de las organizaciones.

Se decidió realizar un algoritmo de tipo heurístico en el cual se programen las reglas de prioridad basadas en la actividad (Alberto & García, 2009) respetando la cultura organizacional y pautas del negocio ya establecidas. Se implementó tres reglas de priorización básicas como lo son SEPT (*shortest Expected Processing Time*) esta regla de tiempo de procesamiento más corto ordena los trabajos en el orden de tiempos de procesamiento crecientes. Siempre que se libera una máquina, se comenzará a procesar el trabajo más corto listo en ese momento (Hochbaum, 1999). Este algoritmo es óptimo para encontrar el tiempo de finalización total mínimo y el tiempo de finalización ponderado. En el entorno de una sola máquina con el tiempo de preparación en 0 para todos los trabajos, este algoritmo es óptimo para minimizar el tiempo medio de flujo, minimizando el número medio de trabajos en el sistema, minimizando el tiempo medio de espera de los trabajos desde el momento de la llegada hasta el inicio de procesamiento, minimizando el tiempo máximo de espera y la demora media, LEPT (*Longest Expected Processing Time*) La regla de tiempo de procesamiento más largo ordena los trabajos en orden de tiempos de

procesamiento decrecientes. Siempre que se libera una máquina, el trabajo más grande listo en ese momento comenzará a procesarse. Este algoritmo es una heurística que se utiliza para encontrar la duración mínima de una programación (Hochbaum, 1999). Programa los trabajos más largos primero para que ningún trabajo grande "sobresalga" al final del programa y alargue drásticamente el tiempo de finalización del último trabajo, y por último la regla RND (*Random*) esta regla no tiene preferencia por los trabajos grandes o pequeños, los cuales tienen la misma probabilidad de ser elegidos (Pinedo, 2016). Estas reglas consideran solo información inherente al trabajo a realizar como por ejemplo su duración que en este caso equivale al tamaño del pedido.

La forma de verificar la información está sujeta a la revisión de los indicadores con los cuales se hace seguimiento a la mejora, determinados por los días de adelanto o atraso que tiene una orden antes del modelo propuesto y después del mismo. Además, se revisan el número de pedidos asignados y no asignados, el nivel de aprovechamiento de la oferta de cada proveedor relacionada con los días de adelanto y/o atraso que se permita simular. Se evalúa el nivel de asignación a cada UP en forma porcentual con base en su oferta total.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo General.

Diseñar e implementar un sistema logístico basado en la creación de un modelo que asigne, sincronice y minimice la dispersión de órdenes de producción en empresas agroindustriales de flores con el propósito de reducir a dos días su consolidación en Estados Unidos y mantener las condiciones de vida útil del producto.

5.2 Objetivos específicos

Caracterizar el proceso actual del sistema logístico para la asignación de órdenes de producción en las empresas agroindustriales de flores.

Proponer un procedimiento que mejore la asignación de órdenes de producción en las empresas agroindustriales de flores.

Realizar un análisis comparativo del desempeño del método propuesto frente al método actual de asignación.

6. CASO DE ESTUDIO

El caso de estudio está basado en una empresa logística de tercerización de servicios especializados para el sector floricultor que denominaremos ELT por motivos de confidencialidad. ELT centraliza la operación de 17 unidades de producción agroindustrial de la sabana de Bogotá (proveedores), abarcando un área alrededor de 300Ha de cultivos de rosa. El objetivo de ELT en la gestión de las operaciones es la asignación de los pedidos de forma oportuna con el fin de entregar la carga a sus clientes finales en Estados Unidos.

Para la ejecución de este caso de estudio se utilizó los datos correspondientes a la oferta en tallos de rosa de cada proveedor en el mes de noviembre del año 2017 y los datos de la demanda en tallos de rosa en este mismo periodo de tiempo. Para este ejercicio se hizo una comparación del método actual de asignación y los pasos que éste desarrolla para su ejecución con el método propuesto. El propósito es mejorar el ejercicio ejecutado en la actualidad, medido con indicadores de asignación de pedidos, porcentaje de asignación de cada proveedor y días de atraso o adelanto de un pedido sobre su fecha original de despacho desde Colombia hacia los clientes finales en Estados Unidos.

7. METODOLOGÍA

Se utiliza el método comparativo (Acevedo & Reinoso, 2011) de investigación como un procedimiento sistemático de contrastación de un método actual que describe las situaciones que hoy día realiza la empresa de intermediación logística y un método propuesto que es el resultado del estudio y análisis de mejoras que se pueden dar en el proceso de asignación, a través del cual se buscan establecer similitudes y diferencias entre ellos, El objetivo fundamental del método comparativo de investigación es la generalización empírica y la verificación de hipótesis (Tinoco, Rosales, & Salas, 2014). Las ventajas que ofrece el método comparativo son comprender cosas desconocidas a partir de las conocidas, la posibilidad de explicarlas e interpretarlas, perfilar nuevos conocimientos, destacar lo particular de procedimientos conocidos, sistematizar la información distinguiendo las diferencias con el ejercicio en el cual se basó. En la Figura 6 se describen las etapas para desarrollar la comparación metodológica.

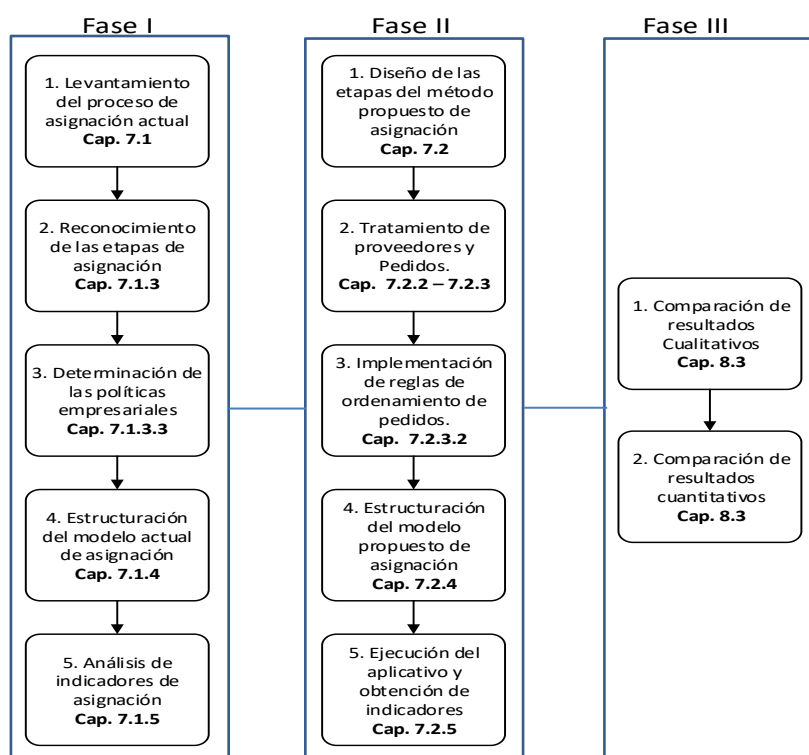


Figura 6. Fases metodológicas para el desarrollo del trabajo

Fase I. En esta fase se realizó levantamiento del procedimiento actual de asignación de órdenes, para ello se acompañó y visitó a las personas que ejecutan la labor en las oficinas de la empresa de intermediación logística (ELT) en el municipio de Chía, Cundinamarca. Se realiza un seguimiento a cada una de las secuencias en que se ejecutan las actividades y se establecieron diagramas de flujo que permiten desglosar cada etapa en la asignación del método actual para su entendimiento.

Fase II. Se busca realizar bajo el entendimiento del método actual, un procedimiento que permita simplificar y automatizar actividades que generen valor en la ejecución de la asignación. Con la información disponible se proponen secuencias de trabajo en cada etapa de forma sistémica que permiten obtener resultados de planeación y ejecución esperada. Con el tratamiento de los datos de oferta y demanda del mes de noviembre del año 2017, datos suministrados por (ELT) para su ejecución y análisis.

Fase III. Realizar un análisis comparativo del desempeño del método propuesto frente al método actual de asignación. Definiendo características cuantitativas y cualitativas que permitan diferenciar las ventajas operativas, bondades de resultados y capacidad de maniobra entre uno y otro.

El enfoque de este estudio es mixto, ya que se realiza basado en la observación y evaluación de los fenómenos, establecen ideas como consecuencia de la observación realizada y su propia evaluación, se prueban estas ideas con fundamento y proponen nuevas observaciones y evaluaciones para esclarecer, cimentar y/o fundamentar las ideas o incluso para generar otras. El alcance es explicativo porque tiene como finalidad establecer las causas de los sucesos o fenómenos que se estudian, con el propósito de generar una base para su posterior desarrollo sin dejar de lado que su desarrollo aporta en la toma de decisiones.

7.1 MÉTODO ACTUAL

Este método detalla el funcionamiento de las operaciones de asignación de pedidos de ELT tal como se desarrollan hoy día. La Figura 7 presenta los pasos para realizar una asignación de tallos de flores representados en órdenes de producción usando el método actual. Los pasos que debe realizar el operador logístico, los ejecuta una persona que asigna los pedidos a la cual se le denomina “asignador logístico”. Este método trabaja con un sistema transaccional donde las decisiones se toman de forma manual por el asignador logístico.

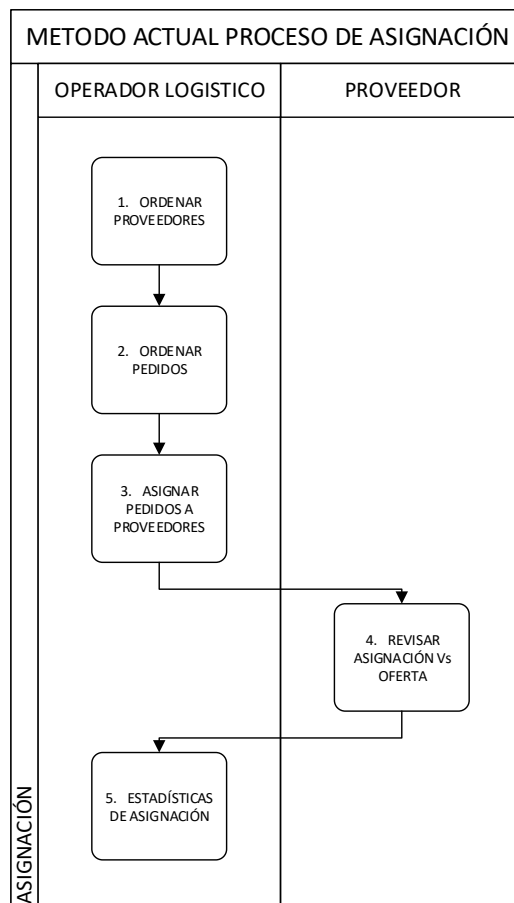


Figura 7. Diagrama de actividades que rigen el proceso actual de asignación.

7.1.1 Paso 1. ORDENAR PROVEEDORES

En la Figura 8 se describe el subproceso de ordenar proveedores, el cual está dividido por cuatro actividades que se deben controlar y tiene como propósito realizar un orden en la prioridad de selección del proveedor de acuerdo con los parámetros de oferta total y porcentaje de asignación, reglas básicas que buscan mantener “equidad” en la distribución de pedidos para todos los proveedores.

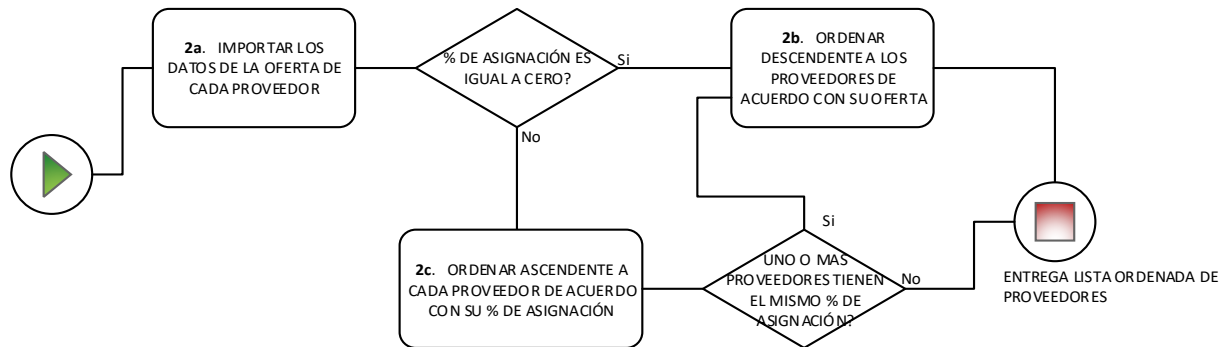


Figura 8. Subproceso de ordenar proveedores

Fuente: Autor

7.1.1.1 Paso 1a. Importar los datos de la oferta de cada proveedor

La oferta total de cada proveedor está representada en número de tallos y se importa en tablas de Excel y con estos valores se realizan todas las asignaciones de pedidos. En la Tabla 2 se muestra en la columna “Grower” (cultivador) la lista de proveedores y en la columna “Total”, la oferta diaria en tallos correspondiente a cada proveedor. Al final en el campo “Total general” se presenta la suma del total de la oferta en tallos de todos los proveedores. En este paso también se inicializa el porcentaje de asignación (%Asig) de todos los proveedores en el valor cero.

Si %Asig es cero, ir al Paso 1b, de lo contrario, ir al Paso 1c.

Tabla 2. Oferta proveedor del total de tallos

Grower	↕	Total
SN		2.291.815
MG		2.130.024
CP		1.997.240
TN		1.562.528
MO		1.472.674
FL		1.396.242
CA		1.219.013
ER		1.215.314
ML		1.145.952
SB		1.131.666
JA		1.053.449
HT		895.353
AL		823.244
CQ		774.426
VL		689.270
QA		570.824
LC		538.901
Total general		20.907.935

7.1.1.2 Paso 1b. Ordenar en forma descendente a los proveedores de acuerdo con su oferta

La razón de este paso es generar una “regla” que permita romper un empate en el porcentaje de asignación cuando éste se presente, ya que inicialmente todos los proveedores tienen porcentaje de asignación igual a cero. La generalidad del método actual es que en el caso de empate se deja primero en la lista al proveedor que tiene la mayor oferta de flor disponible en este instante. Como resultado de este paso queda elaborada la lista de proveedores.

7.1.1.3 Paso 1c. Ordenar en forma ascendente a cada proveedor de acuerdo con su % de asignación

Se ordenan en una lista todos los proveedores de menor a mayor porcentaje de asignación. Es decir, siempre está primero en la lista el proveedor que tenga el porcentaje de asignación más bajo, medido como se indica en la ecuación 1. Cada vez que se realiza un cálculo del porcentaje de asignación de un proveedor, esta lista se actualiza para la selección del proveedor ver (Tabla 3).

$$\% \text{ Asig} = \frac{\sum \text{Total de tallos asignados}}{\sum \text{Total de tallos ofertados}} \quad \text{Ecuación (1)}$$

Donde:

\sum *Total de tallos asignados: Total de tallos asignados por todas las ordenes*

\sum *Total de tallos ofertados: Total de tallos ofertados por el proveedor*

Tabla 3. Porcentajes de asignación para proveedores de flor.

Grower	Porcentaje
SB	1,211%
SN	1,213%
MG	1,213%
CP	1,214%
MO	1,214%
TN	1,215%
FL	1,215%
ML	1,217%
CA	1,217%
HT	1,217%
ER	1,218%
AL	1,219%
CQ	1,221%
VL	1,229%
JA	1,262%
LC	1,362%
QA	1,383%

7.1.2 Paso 2. ORDENAR PEDIDOS

En esta actividad se atienden los pedidos de acuerdo con su orden de llegada. Los pedidos reciben un número de orden (order number) en el momento en que estos son creados. A medida que los pedidos ingresan al sistema se van colocando en cola de atención para ser asignados de acuerdo con su fecha de envío. En la Tabla 4 se muestra como son ordenados los pedidos y la información relevante para su asignación.

Tabla 4. Tabla de entrada de pedidos por orden de llegada

Flower TV	Date	Order Number	Item No	Color TV	Grade TV	Variety TV	Box Type	Full Eq Boxes	Stems
Rose - Red	11/17/2017	P83423	2	Red	50	Freedom	F	4,00	1.560
Rose - Red	11/18/2017	P14269	2	Red	60	Freedom	F	4,00	2.016
Rose - Red	11/21/2017	P84094	2	Red	50	Freedom	F	4,00	1.560
Rose - Red	11/23/2017	P80743	5	Red	40	Freedom	H	4,00	1.344
Rose - Red	11/25/2017	P14387	2	Red	60	Freedom	F	4,00	2.016
Rose - Red	11/30/2017	P15082	2	Red	60	Freedom	F	4,00	2.016
Rose - Red	11/5/2017	P81645	2	Red	50	Freedom	H	3,00	1.080
Rose - Red	11/9/2017	P21193	5	Red	50	Freedom	F	3,00	1.296
Rose - Red	11/11/2017	P82436	2	Red	40	Freedom	Q	3,00	1.500
Rose - Red	11/12/2017	P82955	2	Red	50	Freedom	F	3,00	1.170

Flower tv: Identifica el tipo de producto flor requerido.

Date: Fecha en la cual el pedido debe ser despachado desde Colombia.

Order Number: Número que identifica un pedido.

Item No: Número de línea que diferencia subpedidos que lo componen.

Color TV: Color de la flor que se debe usar para dar cumplimiento a las necesidades del subpedidos.

Grade TV: Longitud del tallo para dar cumplimiento a las necesidades del subpedidos.

Variety TV: Especifica el tipo de variedad para dar cumplimiento a las necesidades del subpedido s. Si este espacio se encuentre vacío significa que no es necesario llegar a este grado de especificidad.

Box Type. Tamaño de caja en que se realiza el subpedido.

Full Eq Boxes: Cantidad de empaque equivalente a realizar en el pedido.

Stems: Cantidad de tallos del tipo de flor, color y longitud que se deben realizar para completar el pedido.

Los diferentes tipos de caja se muestran en la Tabla 5 además de sus equivalencias con el tamaño estándar del mercado conocido como “Full Equivalent Box” (**FEB**).

Tabla 5. Equivalencias de tamaños de caja con el tamaño estándar del mercado

Nombre	Tipo de Caja	N° Cajas/FEB
Full	F	1
Mamper	M	1
Half	H	2
Tercio	R	3
Quarter	Q	4
Octavo	E	8

Por ejemplo, un $(N^{\circ}\text{Cajas}/\text{FEB}) = 2$ significa que el tamaño estándar está compuesto por dos cajas tamaño “half” (**H**). $(N^{\circ}\text{Cajas}/\text{FEB}) = 8$ significa que el tamaño estándar está compuesto por ocho cajas de tamaño octavo (**E**).

7.1.3 Paso 3. ASIGNAR SUBPEDIDOS A LOS PROVEEDORES

La asignación de subpedidos a los proveedores en el método actual se describe en la Figura 9.

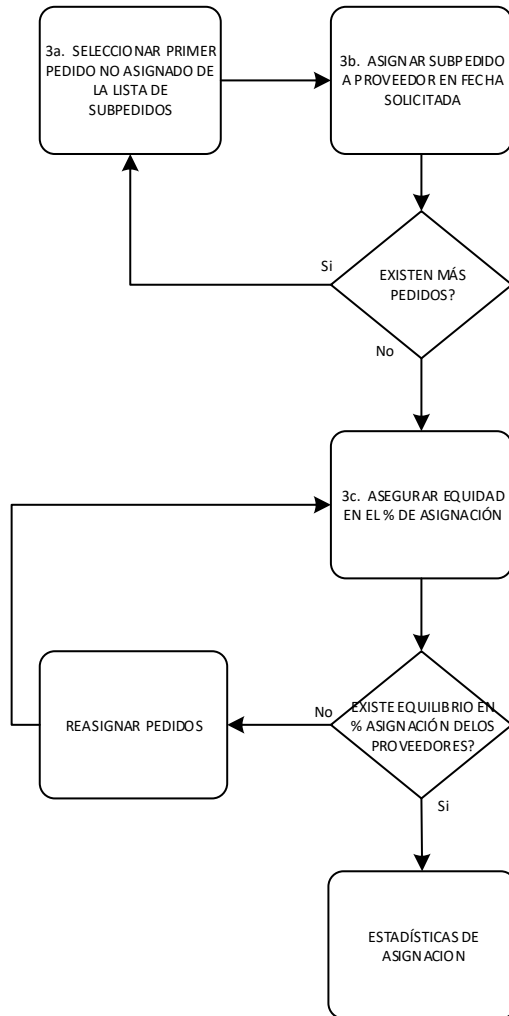


Figura 9. Proceso de Asignación método actual

Fuente: Autor

7.1.3.1 Paso 3a. Seleccionar primer pedido no asignado de la lista de subpedidos

A medida que ingresan al sistema los pedidos con sus respectivos subpedidos, estos se van atendiendo en su mismo orden de llegada.

7.1.3.2 Paso 3b. Asignar subpedidos a proveedor en fecha solicitada.

Los tallos requeridos en cada subpedido (Stems) son asignados al proveedor elegido en el paso 3a. Este paso no chequea si el proveedor tiene la disponibilidad de realizar el pedido, es decir, si los tallos disponibles del proveedor son mayores a los tallos requeridos por el pedido. Normalmente esta verificación no se realiza debido al alto volumen de atributos que puede contener un subpedido (color, longitud, variedad y tipo de flor) y solo son tenidos en cuentas los valores absolutos de oferta vs demanda.

7.1.3.3 Paso 3c. Asegurar equidad en el porcentaje de asignación

De acuerdo con la asignación en el método actual el operador logístico realiza una revisión no periódica de sus indicadores de desempeño, el porcentaje de asignación define que tan equitativo reparte los trabajos a todos los proveedores, es decir, se monitorea que la diferencia porcentual entre cualquier par de proveedores no sea superior al 10% (política del operados logístico). Los porcentajes de asignación se calculan sobre el total de asignación semanal de cada proveedor.

7.1.3.4 Paso 3d. Estadísticas de asignación

Una vez realizada la asignación de todos los subpedidos, se deben cuantificar métricas de desempeño como lo son los pedidos asignados, pedidos no asignados, porcentaje de asignación de todos los proveedores.

7.1.3.5 Paso 3e. Reasignar pedidos

En el caso en el cual exista una desviación mayor al 10% entre el porcentaje de asignación de los proveedores, el operador logístico debe realizar una reasignación de los pedidos ya tratados, buscando que este valor se encuentre dentro de los límites establecidos no mayores al 10%.

7.1.4 Paso 4. REVISAR ASIGNACIÓN vs OFERTA

Debido a que en el paso 3b no se verificó la disponibilidad de la oferta por parte del asignador logístico, es el proveedor quien debe revisar los atributos (color, longitud, variedad y tipo de flor) de cada subpedido y compararlos con su oferta en cada día solicitado. Esto le permite aceptar o rechazar los subpedidos asignados, sin embargo, en el caso que este no pueda cumplir un subpedido debe agotar recursos que ofrece el sistema de empresas como lo son buscar ayuda con otros proveedores. Este procedimiento se detalla en la Figura 10.

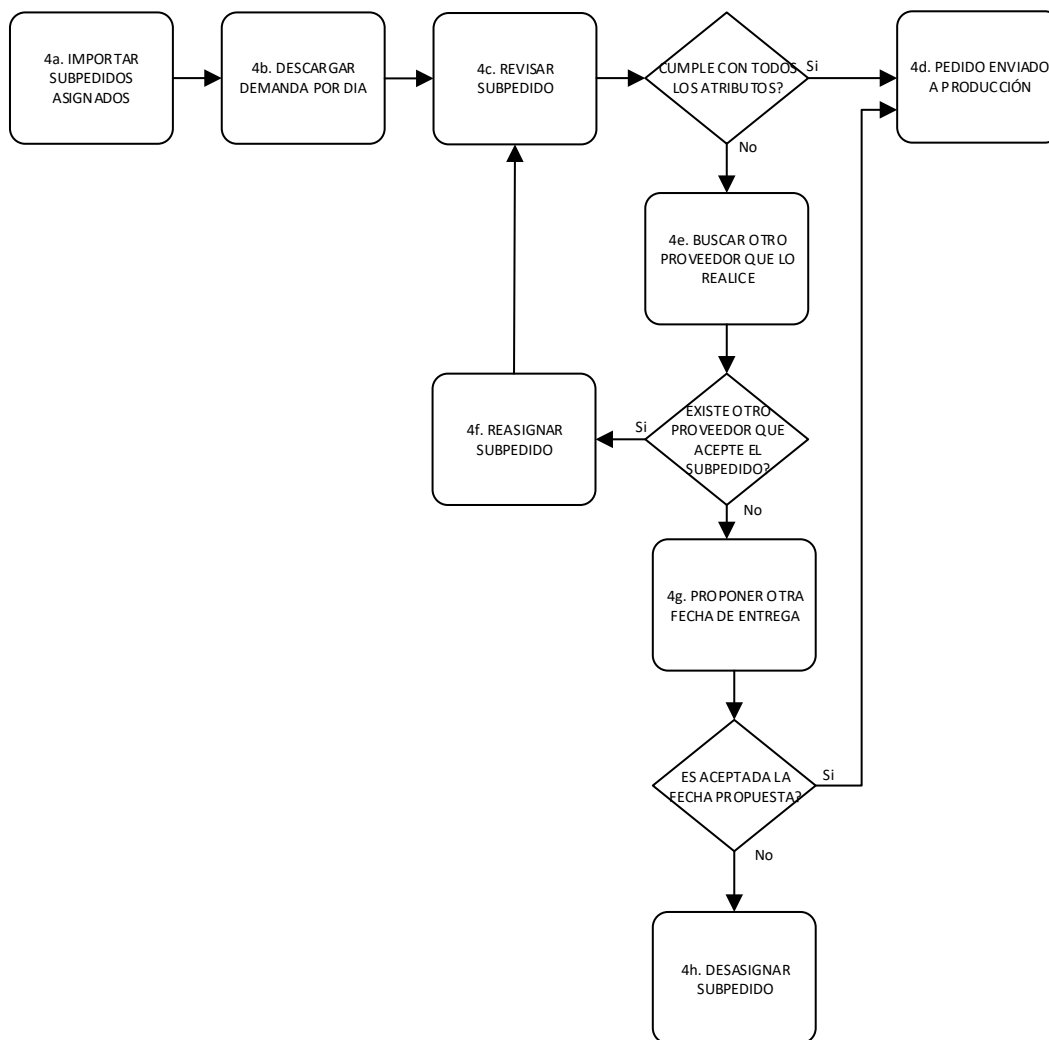


Figura 10. Proceso de revisión de la oferta vs asignación por proveedor

Fuente: Autor

7.1.4.1 Paso 4a. Importar subpedidos Asignados

Se realiza la importación de todos los pedidos asignados por parte del operador logístico en el horizonte de tiempo a revisar.

7.1.4.2 Paso 4b. Descargar demanda por día

El proveedor descarga la demanda de producto con sus respectivos atributos (color, longitud, variedad y tipo de flor).

7.1.4.3 Paso 4c. Revisar subpedido

En cada línea de subpedido se revisan el cumplimiento de los atributos necesarios para cumplir la orden.

7.1.4.4 Paso 4d. Subpedido enviado a producción

Con el cumplimiento de todos los atributos el subpedido se pasa a producción y es enlistado para su manufactura de acuerdo con su fecha de envío desde Colombia.

7.1.4.5 Paso 4e. Buscar otro proveedor que lo realice

En caso de que uno de los atributos no se pueda cumplir, el proveedor deberá buscar con otros proveedores la ejecución del subpedido. Esta búsqueda se realiza por medios telefónicos, sin un conocimiento previo de cual proveedor tiene una aparente disponibilidad de aceptar pedidos adicionales.

7.1.4.6 Paso 4f. Reasignar subpedido

En caso de encontrar otro proveedor que asuma el subpedido, se debe notificar al operador logístico vía mail, con esta información se realiza la reasignación del subpedido al nuevo proveedor.

7.1.4.7 Paso 4g. Proponer otra fecha de entrega

Si la respuesta en el paso 4e es negativa, el proveedor quien ha revisado su demanda por día propone una posible fecha de ejecución que difiere obviamente de la fecha de envío solicitada por el cliente. Este procedimiento se realiza vía correo electrónico para cada línea de subpedido, en caso de tener una respuesta positiva

el subpedido pasa a la línea de producción en la nueva fecha que el proveedor ha propuesto.

7.1.4.8 Paso 4h. Desasignar subpedido

Si la respuesta en el paso 4f es negativa, el proveedor quien ha revisado su demanda por día debe enviar vía mail la solicitud de desasignación del subpedido.

7.1.5 Paso 5. CALCULAR ESTADÍSTICAS DE ASIGNACIÓN

Después de realizado el proceso de asignación se deben calcular unas medidas de desempeño en el cual se enmarca el ejercicio del operador logístico. Estas medidas de desempeño están compuestas por: el número de los pedidos asignados, número de pedidos no asignados y el porcentaje de asignación de cada uno de los proveedores. Estos porcentajes de asignación no deben distanciarse más de diez puntos porcentuales entre el proveedor que obtuvo el mayor de asignación y el proveedor que obtuvo el menor porcentaje de asignación.

7.2 MÉTODO PROPUESTO

Después de entender la forma como actualmente se desarrolla la asignación de órdenes, se analiza cómo este ejercicio se puede programar con reglas heurísticas que permitan reducir el tiempo de procesamiento y mejorar el resultado obtenido, en La Figura 11 se presentan los pasos para realizar una asignación de los pedidos (expresados en tallos de flores) usando el método propuesto. Este método se ha implementado en una aplicación donde las decisiones en la planeación se toman de forma automatizada. Para cada uno de estos pasos se detallan las actividades que lo componen y se realiza su explicación correspondiente.

El método propuesto ha sido diseñado sobre cuatro estrategias fundamentales que permiten una mejor toma de decisiones y que por su estructura el método actual no tiene. Las cuatro estrategias son equidad, sincronización, días de consolidación, dispersión cada una descrita a continuación:

Equidad es interpretado como un indicador que mide el nivel de distribución de órdenes y el consumo de la oferta en cada uno de los proveedores, este indicador está seriamente ligado con la política empresarial que expresa que la diferencia entre el porcentaje de asignación entre el primer y el último proveedor no debe superar una diferencia de 10 puntos porcentuales.

Sincronización es el indicador que denota que tan precisa fue la asignación en relación atributos de flor de la demanda y oferta proveedor, involucra los subpedidos, los cumplimientos y posibles incumplimientos de órdenes que se encuentran fuera de la ventana de planeación propuesta por el administrador del ELT.

Días de consolidación determina el tratamiento de los pedidos con sus respectivos subpedidos y como estos quedan asignados o no asignados para ser completados dentro de las ventanas de planeación determinadas por ELT.

Dispersión describe la medida global que tiene el sistema para cumplir con los subpedidos que contiene un pedido. Esta medición permite determinar en cuantos días se puede completar la orden desde su fecha de envío original, su

información es mucho más profunda al nivel de definir que subpedidos no se han asignado y los que se han asignado con la fecha en la cual se realizara el envío.

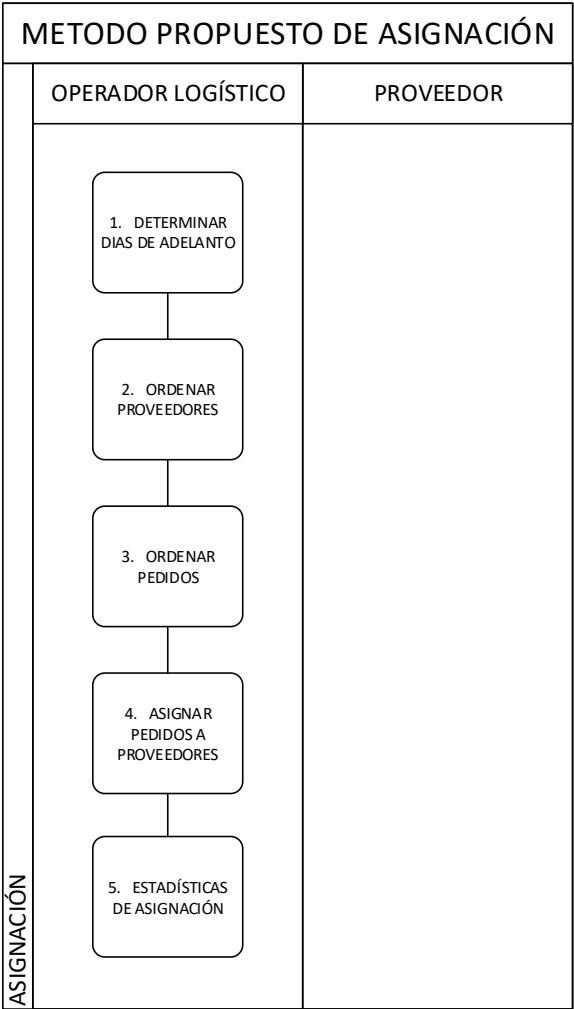


Figura 11. Método de asignación propuesto en el algoritmo

Fuente: El Autor

7.2.1 Paso 1. DETERMINAR DÍAS DE DESFASE

Determinar los días de desfase en el aplicativo ver (Figura 12) permite definir una ventana móvil de entrega de los pedidos formada el límite inferior (fecha de envío – días de desfase) y superior (fecha de envío + días de desfase) que tienen cada uno para ser despachados hacia el cliente final. Esto permite mayor flexibilidad en la planeación con respecto al método actual que solo planea con la fecha de envío. El propósito de incluir esta opción es hacer más eficiente el tiempo de la asignación del operador logístico y los proveedores (fincas), al proponer de fechas

de envío de acuerdo con la disponibilidad por día de los atributos de los pedidos comparándolos con la oferta de las fincas.



Figura 12. Visualización de ingreso de días de desfase en la aplicación

Fuente: El Autor

7.2.2 Paso 2. ORDENAR PROVEEDORES

Este paso realiza un orden de los proveedores de forma similar al método actual, es decir, de acuerdo con el volumen total de tallos que oferta cada proveedor ver (Figura 13). Los ordena de mayor a menor oferta y mantiene una distribución equitativa de asignación de los pedidos a cada proveedor. Los porcentajes de asignación se calculan sobre el total de asignación diaria de cada proveedor, es decir, el monitoreo de la asignación es sobre el total diario a diferencia del método actual que es sobre el total semanal. Esto permite una asignación que está más alineada al valor de la oferta diaria.

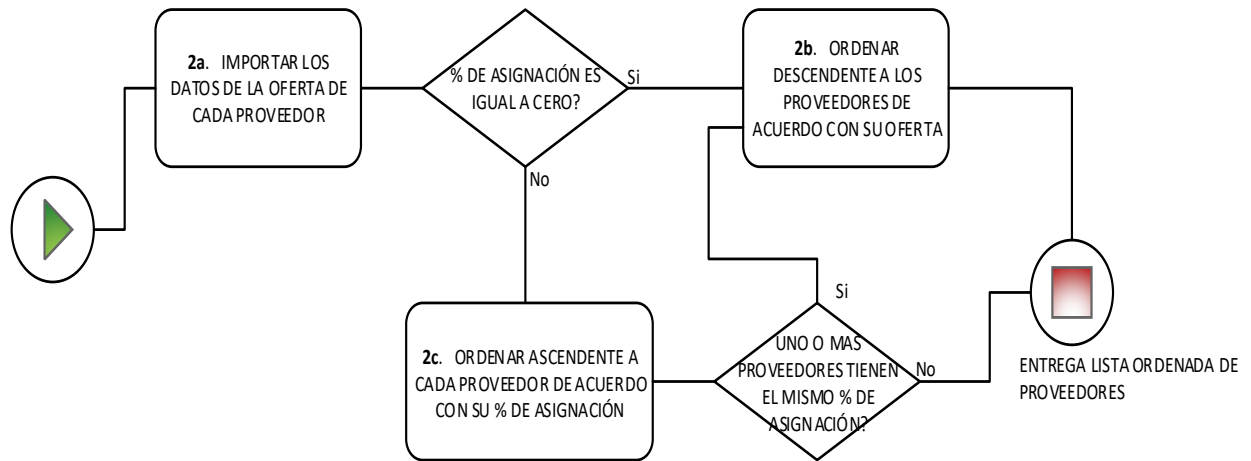


Figura 13. Proceso de ordenamiento de proveedores en la aplicación

Fuente: El Autor

7.2.2.1 Paso 2a. Importar los datos de la oferta de cada proveedor

Se Importa la información de la oferta del proveedor en la aplicación como se muestra en la Figura 14. Se importan atributos de la oferta necesarios para su posterior tratamiento, esta información está conformada por los siguientes campos:

Flower Family TV. Tipo de flor que se oferta.

Flower TV. Subgrupo familia de flor que se oferta.

Grower. Proveedor que está realizando la oferta.

Color TV. Color que en el que se está realizando la oferta.

Grade TV. Grado(longitud) en la que se está realizando la oferta.

FechaProveedor. Fecha específica en la que se está realizando la oferta.

Variety TV. Variedad de flor en la que se está realizando la oferta.

SumaPronóstico. Número de unidades en las que se está realizando la oferta.

ID	FlowerTV	Date	OrderNumbe	ItemNo	ColorTV	GradeTV	VarietyTV	BoxType	Total	FullEqBoxes
1	Rose - Color	15/11/2017	P11662	3	Green	30		H	Total	0,0645
2	Rose - Color	15/11/2017	P11662	3	Lavender	30		H	Total	0,07350000
3	Rose - Color	15/11/2017	P11662	3	Novelty Or...	30		H	Total	0,015
4	Rose - Color	15/11/2017	P11662	3	Novelty Pink	30		H	Total	0,174
5	Rose - Color	15/11/2017	P11662	3	Novelty Red	30		H	Total	0,039
6	Rose - Color	15/11/2017	P11662	3	Novelty Yell...	30		H	Total	0,03
7	Rose - Color	15/11/2017	P11662	3	Orange	30		H	Total	0,195
8	Rose - Color	15/11/2017	P11662	3	Peach	30		H	Total	0,042
9	Rose - Color	15/11/2017	P11662	3	Pink	30		H	Total	0,2055
10	Rose - Color	15/11/2017	P11662	3	White	30		H	Total	0,249
11	Rose - Color	15/11/2017	P11662	3	Yellow	30		H	Total	0,2295
12	Rose - Color	15/11/2017	P13743	5	DarkPink	50		H	Total	0,0625
13	Rose - Color	15/11/2017	P13743	5	Green	50		H	Total	0,0215
14	Rose - Color	15/11/2017	P13743	5	White	50		H	Total	0,0025
15	Rose - Color	15/11/2017	P13743	5	Novelty Or...	50		H	Total	0,008
16	Rose - Color	15/11/2017	P13743	5	Novelty Pink	50		H	Total	0,065
17	Rose - Color	15/11/2017	P13743	5	Novelty Red	50		H	Total	0,0155
18	Rose - Color	15/11/2017	P13743	5	Novelty Yell...	50		H	Total	0,016
19	Rose - Color	15/11/2017	P13743	5	Orange	50		H	Total	0,0695
20	Rose - Color	15/11/2017	P13743	5	Peach	50		H	Total	0,0175
21	Rose - Color	15/11/2017	P13743	5	Pink	50		H	Total	0,066
22	Rose - Color	15/11/2017	P13743	5	White	50		H	Total	0,0805
23	Rose - Color	15/11/2017	P13743	5	Yellow	50		H	Total	0,0755
24	Rose - Color	15/11/2017	P11666	2	White	30		H	Total	0,5
25	Rose - Color	15/11/2017	P11666	3	DarkPink	30		H	Total	0,0595
26	Rose - Color	15/11/2017	P11666	3	Green	30		H	Total	0,0215
27	Rose - Color	15/11/2017	P11666	3	Lavender	30		H	Total	0,0245
28	Rose - Color	15/11/2017	P11666	3	Novelty Or...	30		H	Total	0,005

Figura 14. Importación de la oferta proveedor en la ventana en la aplicación

Fuente: El Autor

7.2.2.2 Paso 2b. Ordenar en forma descendente a los proveedores de acuerdo con su oferta

El algoritmo en el momento inicial (cuando el porcentaje de asignación es cero) ordena a los proveedores en forma descendente de acuerdo con su total de oferta, como se muestra en la Figura 15.

Grower	SumaPronost
SN	2292918
MG	2131592
CP	1998795
TN	1563601
MO	1473303
FL	1397164
CA	1219679
ER	1216023
ML	1146636
SB	1132242
JA	1054298
HT	895959
AL	823633
CQ	774969
VL	690101
QA	571360
LC	539515

Figura 15. Orden descendente oferta del proveedor total de tallos Fuente

7.2.2.3 Paso 2c. Ordenar en forma ascendente a cada proveedor de acuerdo con su % de asignación

Se ordenan en una lista todos los proveedores de menor a mayor porcentaje de asignación ver (Figura 16). Es decir, siempre está primero en la lista el proveedor que tenga el porcentaje de asignación más bajo, medido como se indica en la ecuación 1. Cada vez que se realiza un cálculo del porcentaje de asignación de un proveedor, esta lista se actualiza para la selección del proveedor.

Grower	oferta	asignado	SumaPronosti	Porcentaje
MO	1473303	279908	1193395	19.0020000...
CA	1219679	231871	987808	19.0019999...
IN	1563601	297059	1266542	19.002
QA	571360	108538	462822	19.0020000...
JA	1054298	200394	853904	19.0029999...
LC	539515	102537	436978	19.0029999...
CQ	774969	147228	627741	19.0030000...
AL	823633	156582	667051	19.0030000...
HT	895959	170284	725675	19.0039999...
ER	1216023	231163	984860	19.0039999...
SN	2292918	435812	1857106	19.0040000...
MG	2131592	405103	1726489	19.0049999...
SB	1132242	215232	917010	19.0050000...
FL	1397164	265512.322	1131651.67...	19.0050000...
CP	1998795	379497	1619298	19.0050000...
VL	690101	131188	558913	19.0059999...
ML	1146636	217986	928650	19.006
*				

Figura 16. Orden descendente del % de asignación en la aplicación

Fuente: El Autor

7.2.3 Paso 3. ORDENAR PEDIDOS

En esta actividad descrita en la Figura 17, se listan los pedidos de acuerdo con tres posibles reglas de ordenamiento, ordenamiento de pedidos de mayor a menor (RMA), ordenamiento de pedidos de menor a mayor (RME) y ordenamiento de pedidos aleatorio (RALE). Estas reglas sirven para probar escenarios que permitan el mayor aprovechamiento del recurso flores, con asignaciones más cercanas al 100% de la oferta. Este paso se diferencia con el del método actual en

que el método actual asigna los pedidos en el orden en que van llegando y no hace un ordenamiento previo para hacer más eficiente la asignación.

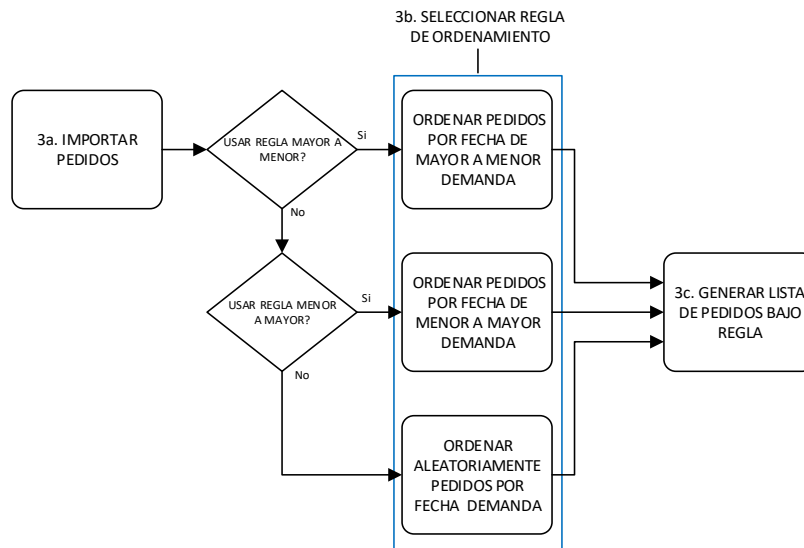


Figura 17. Proceso de la demanda en el método propuesto en la aplicación

Fuente: El Autor

7.2.3.1 Paso 3a. Importar Pedidos

Se genera un listado de pedidos ver (Figura 18) de acuerdo con su fecha de llegada.

ID	FlowerTV	Date	OrderNumbe	ItemNo	ColorTV	GradeTV	VarietyTV	BoxType	Total	FullEqBoxes
1	Rose - Calar	15/11/2017	P11662	3	Green	30		H	Total	0.0445
2	Rose - Calar	15/11/2017	P11662	3	Lavender	30		H	Total	0.07350000
3	Rose - Calar	15/11/2017	P11662	3	Novelty Cr...	30		H	Total	0.015
4	Rose - Calar	15/11/2017	P11662	3	Novelty Pink	30		H	Total	0.174
5	Rose - Calar	15/11/2017	P11662	3	Novelty Red	30		H	Total	0.039
6	Rose - Calar	15/11/2017	P11662	3	Novelty Yell...	30		H	Total	0.03
7	Rose - Calar	15/11/2017	P11662	3	Orange	30		H	Total	0.195
8	Rose - Calar	15/11/2017	P11662	3	Peach	30		H	Total	0.042
9	Rose - Calar	15/11/2017	P11662	3	Pink	30		H	Total	0.2055
10	Rose - Calar	15/11/2017	P11662	3	White	30		H	Total	0.249
11	Rose - Calar	15/11/2017	P11662	3	Yellow	30		H	Total	0.2295
12	Rose - Calar	15/11/2017	P13743	5	DarkPink	50		H	Total	0.0625
13	Rose - Calar	15/11/2017	P13743	5	Green	50		H	Total	0.0215
14	Rose - Calar	15/11/2017	P13743	5	White	50		H	Total	0.0025
15	Rose - Calar	15/11/2017	P13743	5	Novelty Cr...	50		H	Total	0.008
16	Rose - Calar	15/11/2017	P13743	5	Novelty Pink	50		H	Total	0.065
17	Rose - Calar	15/11/2017	P13743	5	Novelty Red	50		H	Total	0.0155
18	Rose - Calar	15/11/2017	P13743	5	Novelty Yell...	50		H	Total	0.016
19	Rose - Calar	15/11/2017	P13743	5	Orange	50		H	Total	0.0695
20	Rose - Calar	15/11/2017	P13743	5	Peach	50		H	Total	0.0175
21	Rose - Calar	15/11/2017	P13743	5	Pink	50		H	Total	0.066
22	Rose - Calar	15/11/2017	P13743	5	White	50		H	Total	0.0805
23	Rose - Calar	15/11/2017	P13743	5	Yellow	50		H	Total	0.0755
24	Rose - Calar	15/11/2017	P11666	2	White	30		H	Total	0.5
25	Rose - Calar	15/11/2017	P11666	3	DarkPink	30		H	Total	0.0595
26	Rose - Calar	15/11/2017	P11666	3	Green	30		H	Total	0.0215
27	Rose - Calar	15/11/2017	P11666	3	Lavender	30		H	Total	0.0245
28	Rose - Calar	15/11/2017	P11666	3	Novelty Cr...	30		H	Total	0.005

Figura 18. Importe de pedidos en el método propuesto

7.2.3.2 Paso 3b. Seleccionar Regla de Ordenamiento

Los pedidos siempre se ordenan de la fecha de envío más reciente a la fecha de envío más lejana. Luego de este ordenamiento inicial los pedidos se vuelven a ordenar dentro de cada fecha de acuerdo con tres posibles reglas: i) en forma aleatoria (RALE) ii) en forma ascendente (RME, de menor a mayor número total de tallos del pedido), iii) en forma descendente (RMA, de mayor a menor número total de tallos del pedido).

Es una opción del aplicativo seleccionar una de las tres reglas para generar la lista de pedidos ver (Figura 19).

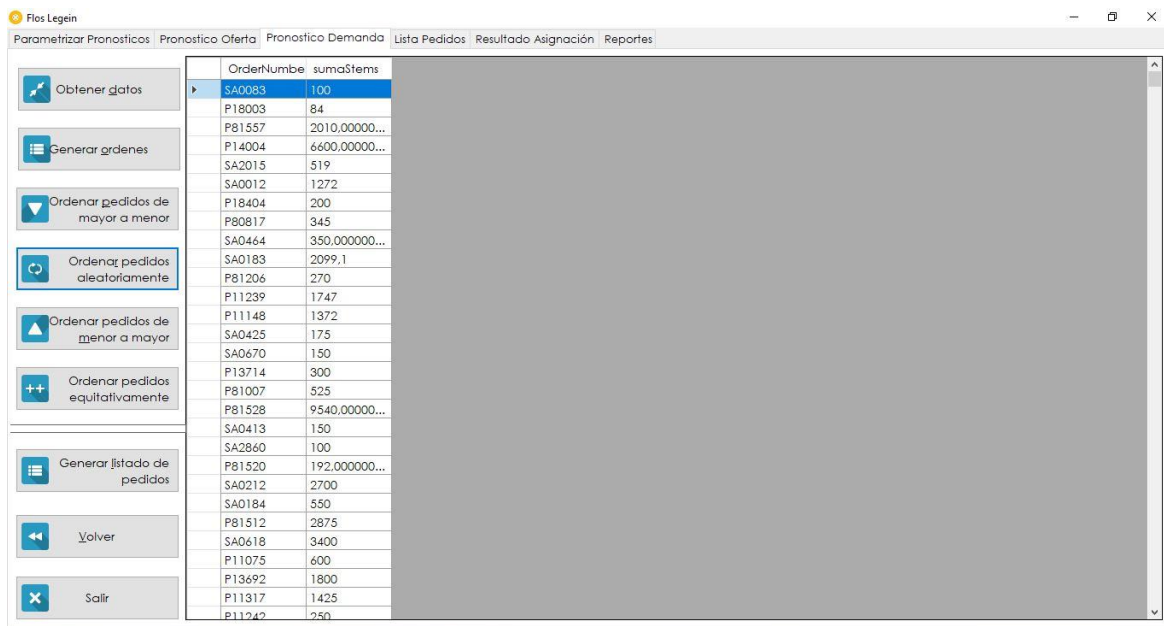


Figura 19. Selección de ordenamiento de pedidos en método propuesto

Fuente: El Autor

7.2.3.3 Paso 3c. Generar Lista de Pedidos Bajo la Regla

En esta actividad se listan todos los pedidos en el orden de la regla seleccionada en el Paso 3b y desglosados en los mismos atributos descritos para la oferta (Paso 2a) ver (Figura 20). Esto se hace con el propósito de considerar estos atributos en la asignación de los subpedidos a las fincas, a diferencia del método actual que solo considera la fecha de envío en la asignación.

Fios Leguin

Parametrizar Pronósticos Pronóstico Oferta Pronóstico Demanda Lista Pedidos Resultado Asignación Reportes

+ Asignar pedidos

OrderNumbe	ItemNo	BoxType	fecha	TotalFEB	Nplezas	GradeTV	Bicolor	Cream	DarkPink	Green
SA0083	1	Q	1/11/2017	0.25	1	40	0	0	12.5	4.3
P18003	26	H	1/11/2017	0.19	1	50	0	0	14	0
P81557	1	F	1/11/2017	2	2	50	0	0	120	60
P81557	2	F	1/11/2017	2	2	50	0	0	0	0
P81557	3	R	1/11/2017	0.33	1	50	0	0	25	10
P81557	4	R	1/11/2017	0.33	1	50	0	0	0	0
P81557	5	Q	1/11/2017	0.25	1	50	0	0	15	10
P81557	6	Q	1/11/2017	0.25	1	50	0	0	0	0
P14004	1	F	1/11/2017	15	15	50	0	0	720	360
P14004	2	F	1/11/2017	2	2	50	0	0	72	0
P14004	3	R	1/11/2017	0.67	2	50	0	0	32	16
P14004	4	R	1/11/2017	0.67	2	50	0	0	24	0
SA2015	6	H	1/11/2017	0.5	1	40	0	0	0	0
SA2015	7	Q	1/11/2017	0.43	2	40	0	0	24	0
SA2015	11	R	1/11/2017	0.33	1	40	0	0	0	0
SA0012	1	H	1/11/2017	1	2	50	0	0	0	0
SA0012	2	H	1/11/2017	0.5	1	50	0	0	25	8.6
SA0012	16	H	1/11/2017	1.71	4	50	0	0	48	0
P18404	16	H	1/11/2017	0.5	1	50	0	0	50	0
P80817	7	E	1/11/2017	0.96	8	60	0	0	23	7.912
SA0464	1	H	1/11/2017	0.5	1	60	0	0	21.875	7.524999999
SA0464	3	H	1/11/2017	0.5	1	60	0	0	12.5	4.3
SA0183	1	H	4/11/2017	7.5	15	50	0	0	0	0
SA0183	1	H	1/11/2017	0.5	1	30	0	0	35.7	12.9
SA0183	3	H	1/11/2017	2	4	30	0	0	0	0
SA0183	4	H	1/11/2017	1	2	30	0	0	0	0
P81206	1	Q	1/11/2017	0.25	1	50	0	0	6	0
P81206	2	H	1/11/2017	0.5	1	50	0	0	24	0

X Salir

Figura 20. Generación de listado de selección de pedido según regla método propuesto

Fuente: El Autor

7.2.4 Paso 4. ASIGNAR SUBPEDIDOS A LOS PROVEEDORES

La asignación de subpedidos se realiza comparando cada uno de los atributos de la demanda con cada uno de los atributos de la oferta. Para que el pedido sea asignado se debe satisfacer que el proveedor cumpla con la disponibilidad de todos los atributos de la demanda. Si no se cumple alguno de los atributos de la demanda con la oferta (proveedor) entonces se buscar otro proveedor. Si después de revisar la lista de proveedores no se encuentra uno que satisfaga todos los atributos el subpedido queda en estado no asignado. Si se logran satisfacer todos los atributos del pedido con un proveedor entonces el pedido queda asignado a ese proveedor. El proceso de asignación en el método propuesto se describe en la Figura 21.

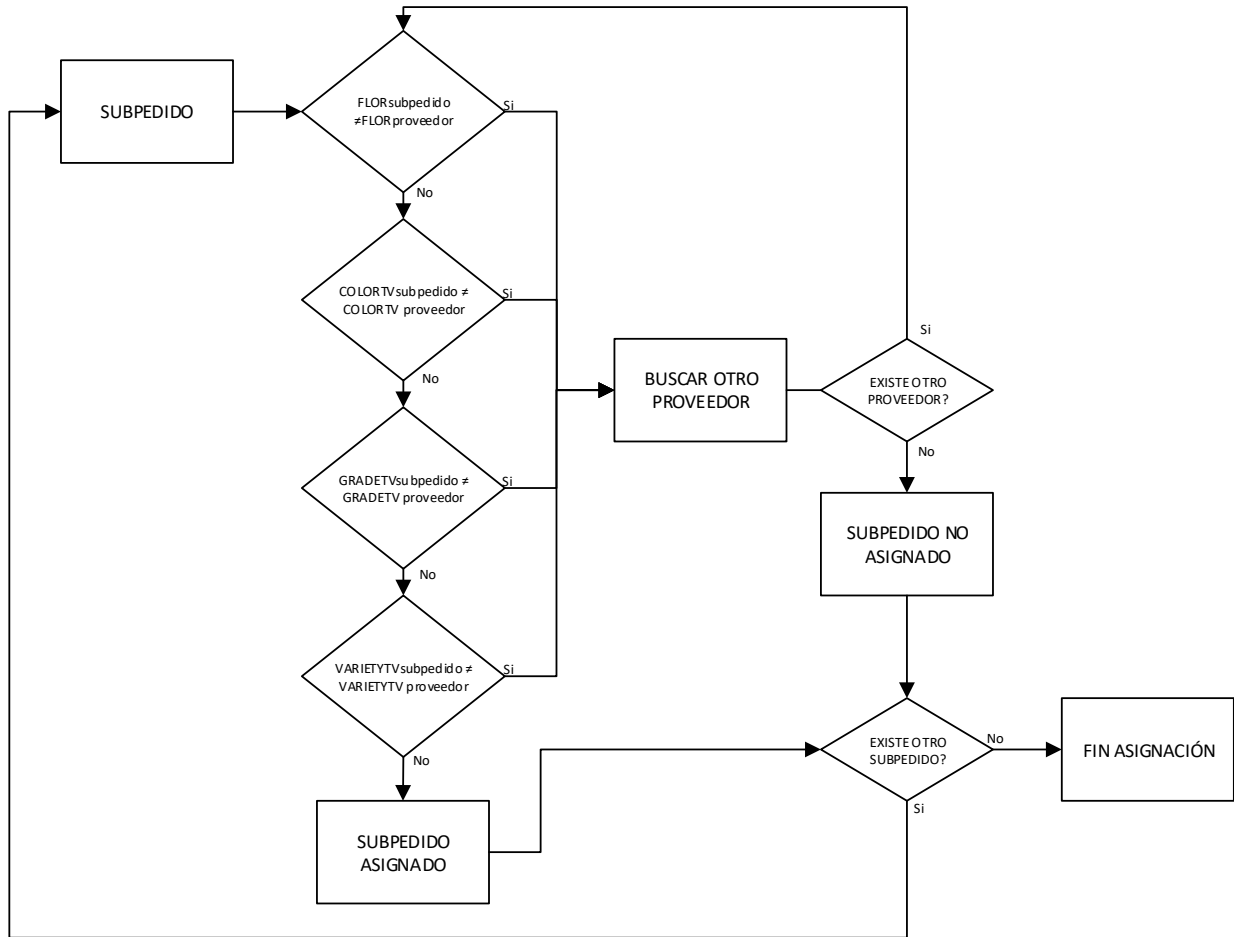


Figura 21. Proceso de asignación método propuesto.

Fuente: El Autor

De esta manera en un solo clic en la aplicación se realizan por cada subpedido una revisión de mínimo ocho posibles opciones de variedad, cinco diferentes grados de calidad y dieciocho tipos de color para la flor. Generando en cada subpedido un mínimo de 720 iteraciones para asegurar que cada proveedor pueda ejecutar la asignación realizada. Estas comparaciones no se hacen en el método actual.

7.2.5 Paso 5. CÁLCULO DE ESTADÍSTICAS DE ASIGNACIÓN

Después de realizado el proceso de asignación se generan unas medidas de desempeño para comparar con el método actual del operador logístico. Estas medias de desempeño son: i) los pedidos asignados, ii) los pedidos no asignados ver (Figura 22) y iii) el porcentaje de asignación ver (Figura 23).

Fios Leguín

Parametrizar Pronosticos Pronostico Oferta Pronostico Demanda Lista Pedidos Resultado Asignación Reportes

PEDIDOS ASIGNADOS

Días de adelanto:

Visualizar lista proveedores

Generar reporte asignados

Generar reporte no asignados

Generar reporte proveedores

Salir

ProveedorAsig	OrderNumbe	ItemNo	GradeTV
SN	P81843	1	50
MG	P14130	5	50
CP	P81841	1	50
CA	P13970	1	40
TN	P14130	3	50
SB	SA0864	1	50
ML	P80781	3	50
SN	P13957	1	50
MO	P14130	10	50
JA	P13524	1	40
FL	SA0852	3	50
FL	P14131	2	50
ER	P14150	1	50
HT	P13519	1	50
CQ	SA0863	1	50
AL	P13631	1	50
VL	SA0870	1	50
MG	P21211	11	40
ML	P81438	4	50
CP	P13189	1	50
ER	SA0866	1	50
MO	P14130	1	40
TN	SA0869	1	50
SN	P79009	1	40
MG	P81440	4	50

PEDIDOS NO ASIGNADOS

OrderNumbe	ItemNo	BoxType	fecha
P80778	1	F	7/11/2017
P11462	3	H	7/11/2017
P11303	1	H	1/11/2017
P11303	2	H	1/11/2017
P11304	1	H	2/11/2017
P11381	1	H	4/11/2017
P11424	1	H	6/11/2017
P11425	1	H	7/11/2017
P11238	2	H	1/11/2017
P11244	3	H	2/11/2017

Figura 22. Conteo de pedidos asignados y no asignados en el método propuesto

Fuente: El Autor

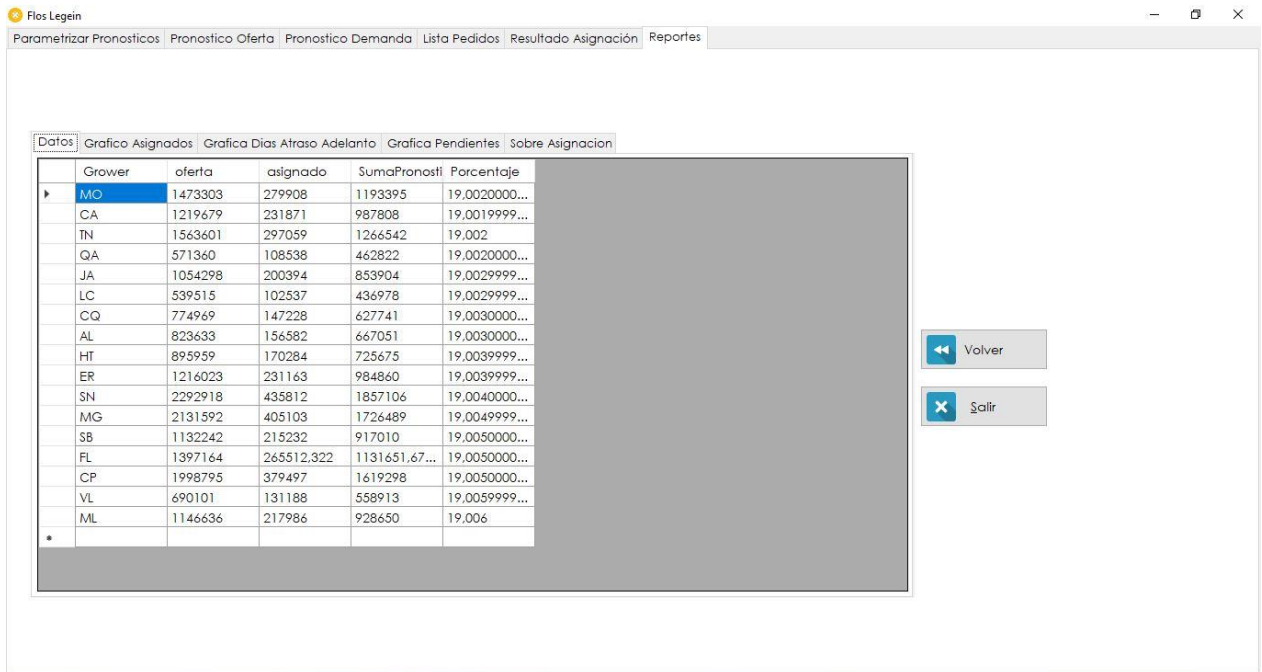


Figura 23. Porcentaje de asignación por proveedor en método propuesto

Fuente: El Autor

8. RESULTADOS - CASO DE ESTUDIO

8.1 RESULTADOS DEL MÉTODO ACTUAL

Los resultados de la asignación del método actual se presentan en la Tabla 6, donde se muestran la oferta de cada proveedor, la asignación, la sobreasignación, el residuo de la asignación (suma pronóstico), porcentaje de asignación, porcentaje de sobreasignación y la asignación total.

Tabla 6. Resultados de asignación del método actual

GROWER	OFERTA (tallos)	ASIGNADO (tallos)	SOBREASIGNADO (tallos)	Residuo de la Oferta (tallos)	PORCENTAJE ASIGNACION (%)	PORCENTAJE DE SOBREASIGNACION (%)	ASIGNACION TOTAL (%)
CA	1219679	1219668	250238	11	99,863	20,518	120,381
AL	823633	823620	260264	13	99,912	31,598	131,510
ER	1216023	1216010	412957	13	99,952	33,960	133,912
SN	2292918	2292913	233881	5	99,953	10,193	110,146
SB	1132242	1132234	246388	8	99,970	21,761	121,731
VL	690101	690100	211179	1	99,977	30,601	130,578
ML	1146636	1146632	298378	4	99,982	26,023	126,005
HT	895959	895949	282456	10	99,983	31,530	131,513
JA	1054298	1054291	275707	7	99,985	26,150	126,135
MG	2131592	2131576	311567	16	99,988	14,618	114,606
LC	539515	539515	244753	0	99,989	45,368	145,357
FL	1397164	1397157	239623	7	100,000	17,157	117,164
TN	1563601	1563589	234794	12	100,000	15,020	115,043
CQ	774969	774966	250099	3	100,000	32,272	132,299
QA	571360	571348	238802	12	100,000	41,793	141,827
MO	1473303	1473295	490706	8	100,000	33,311	133,377
CP	1998795	1998792	522046	3	100,000	26,120	126,259

En el método actual la asignación de cada subpedido se realiza exactamente para la fecha de envío (desde Colombia) que se requiere. Esta asignación debe ser

total, es decir, todos los subpedidos que llegan cada día (con fechas de envío posteriores a la de recibimiento) deben ser asignados completamente ese mismo día.

El asignador logístico realiza su trabajo teniendo en cuenta el porcentaje de asignación de cada proveedor como se mencionó en la sección 7.1.3.2 Este porcentaje de asignación no es revisado en tiempo real, es decir, después de realizada una asignación particular; sino que es revisado tiempo después de realizar un grupo de asignaciones. Este retraso en la revisión de los porcentajes asignación sumado a que se deben asignar todos los subpedidos recibidos en un día, hace que el porcentaje asignación sea mayor al 100%. Por lo tanto, el método actual permite la posibilidad de sobreasignación de los subpedidos en épocas de alta demanda. Esto se puede apreciar en la Tabla 6, donde todos los proveedores tienen sobreasignación con porcentajes que oscilan entre 110% y 145%. Esto significa que se han asignado tallos que exceden la oferta del proveedor y desde el inicio se tiene un posible incumplimiento de un grupo de subpedidos que se desconocen tanto en fecha como en volumen, teniendo en cuenta que es el proveedor quien define que pedidos puede cumplir al revisar la oferta vs la demanda y se lo comunica al operador logístico en muchos casos dentro de las últimas 24 horas de la fecha de envío dejando muy poco margen de reacción (ver sección 7.1.4).

Existen tallos de la oferta que no pueden completar un subpedido y por lo tanto constituyen los residuos de la oferta ya que tampoco pueden formar parte de los subpedidos considerados en la sobreasignación. Haciendo que el porcentaje de asignación no llegue al 100%. Esto se muestra en la columna Residuo de la Oferta de la Tabla 6. Teniendo en cuenta esto, se cumple que la suma de las columnas Asignado y Residuo de la Oferta va a totalizar el valor de la columna Oferta.

El método actual presenta otro problema al asignar mirando únicamente el número de tallos y no considerando los atributos de cada subpedido. Ya que el proveedor no puede tener en su oferta los atributos que requiere el subpedido y generando por lo tanto incumplimientos. Este método impide reconocer (en el momento de la asignación) los pedidos que el proveedor podrá cumplir o no con

todos sus requisitos. Por ejemplo, en la Tabla 6 se sabe que el proveedor CA no podrá cumplir con 250.238 tallos (columna sobre asignado). De forma similar, al asignar sin considerar los atributos es bastante probable que de los 1.219.660 tallos asignados no se cumpla con gran parte de ellos. Esto se muestra en la Tabla 7 donde el proveedor CA logró cumplir con el 74% de la asignación. Y eso ocurre con la mayoría de los proveedores que no pueden cumplir con los porcentajes asignados.

El caso atípico es el del proveedor LC que tiene un porcentaje de cumplimiento del 108%. Ese 8% adicional lo consiguió solicitando al resto de proveedores las flores con los atributos necesarios para completar sus pedidos. Aquí se puede apreciar que sólo uno de los proveedores salió beneficiado con la sobreasignación, lo cual indica un beneficio desproporcionado con el método actual.

Tabla 7. Ejecución de la asignación del operador logístico por cada proveedor

Grower	Asignado	Oferta	% Cumplimiento
AL	598316	823633	73%
CA	905144	1219679	74%
CP	1702049	1998795	85%
CQ	599744	774969	77%
ER	876766	1216023	72%
FL	1073030	1397164	77%
HT	851220	895959	95%
JA	866869	1054298	82%
LC	584307	539515	108%
MG	1822771	2131592	86%
ML	903422	1146636	79%
MO	1237383	1473303	84%
QA	406551	571360	71%
SB	924956	1132242	82%
SN	1811569	2292918	79%
TN	1546504	1563601	99%
VL	534748	690101	77%
Total	17245349	20921788	82%

En el modelo actual de asignación la regla de negocio de tener una diferencia no mayor a diez puntos porcentuales (sección 7.1.3.3) entre el primer y el último

proveedor no se cumple. Como se muestra en la Tabla 6, el proveedor SN tienen una asignación de 110% y el proveedor LC tienen una asignación del 145%, haciendo una diferencia del 35%.

En el método actual las decisiones de asignación las toma el asignador logístico. Este coloca los subpedidos a los proveedores sin tener la posibilidad de crear escenarios de planeación y con ello un alto tiempo de ejecución manual de la asignación con la baja precisión de lograr una concordancia entre los atributos de la oferta y la demanda.

Al no tener planeación en el método actual no es posible saber con anticipación qué subpedidos se van a poder cumplir, ya que la decisión de qué subpedidos enviar a producción la toma el proveedor. Además, como varios subpedidos de un mismo pedido pueden ser asignados a diferentes proveedores no es posible anticipar con este método que porcentaje del pedido total se va a cumplir. Ya que un proveedor podría comunicar días antes de la fecha de entrega que el subpedido no se puede cumplir.

La ejecución del operador logístico estuvo en promedio con 82% de cumplimiento sobre la oferta Tabla 7. Es decir, hubo una oferta del 18% que no llegó a utilizar.

8.2 RESULTADOS DEL MÉTODO PROPUESTO

8.2.1 Comparación de las reglas de asignación

En el método propuesto se empieza con una opción de “días de desfase” que permite adelantar o atrasar las fechas de envío de los subpedidos. El número de días de desfase es una decisión que es tomada por el gerente de logística. Esta opción permite en la aplicación de forma automática hacer una revisión de que pedidos se pueden adelantar o atrasar. Ya que verifica los atributos los compara y determina cuáles no se podrían cumplir en la fecha de envío. Este proceso automatizado sustituye el trabajo que debe realizar el proveedor en la sección

7.1.4.7 donde el cambio de fechas se realizaba de forma manual consultando el proveedor al operador logístico mediante comunicación telefónica.

Esta opción automatizada de “días de desfase” permite generar escenarios de planeación en tiempos muy cortos. Por ejemplo, se asignaron 13 mil subpedidos en un tiempo de 60 segundos.

Otra ventaja del método propuesto es que garantiza que los subpedidos asignados se encuentran dentro de los días de desfase en la etapa de planeación. Descubriendo en la etapa de planeación cuáles serían los pedidos no asignados y permitiendo tomar decisiones con anticipación con respecto a ellos. Esto contrasta con el método actual que asigna todos los subpedidos en sus correspondientes fechas de envío, pero descubriendo tiempo después (posterior a la etapa de planeación) que algunos deben ser desfasados para lo cual se deben realizar las correcciones correspondientes.

Se evaluaron escenarios de cero, uno, cinco y diez días de desfase en las tres reglas de ordenamiento de pedidos (mayor a menor, aleatorio, menor a mayor). No se consideraron escenarios mayores a los diez días de desfase debido al perjuicio que esto tendría en la calidad del producto. Cabe indicar que 0 días de desfase corresponde a la entrega en la fecha exacta de envío. Además, se hicieron 5 corridas de la regla de ordenamiento aleatorio.

Estos escenarios se realizaron para los datos obtenidos en el caso de estudio y que corresponde al caso de asignación más exigente, que es cuando la demanda supera a la oferta (demanda de 25.058.299 de tallos totales en los subpedidos vs oferta de 20.921.788 de tallos). Los resultados de los distintos escenarios se muestran en la Tabla 8 y Tabla 9. La Tabla 8 presenta las estadísticas de la asignación del número de subpedidos mientras que la Tabla 9 presenta las estadísticas de asignación de tallos.

Tabla 8. Estado de asignación de los subpedidos con los diferentes días de desfase en el método propuesto (noviembre 2017)

DIAS DE DESFASE	REGLA	NÚMERO SUBPEDIDOS ASIGNADOS	NUM SUBPEDIDOS NO ASIGNADOS	NUM TOTAL SUBPEDIDOS
0	Mayor a menor	11.027	2.325	13.352
	Aleatorio 1	11.027	2.325	13.352
	Aleatorio 2	11.027	2.325	13.352
	Aleatorio 3	11.027	2.325	13.352
	Aleatorio 4	11.027	2.325	13.352
	Aleatorio 5	11.027	2.325	13.352
	Menor a mayor	11.027	2.325	13.352
1	Mayor a menor	7.786	5.566	13.352
	Aleatorio 1	12.624	728	13.352
	Aleatorio 2	12.676	676	13.352
	Aleatorio 3	12.610	742	13.352
	Aleatorio 4	12.729	623	13.352
	Aleatorio 5	12.665	687	13.352
	Menor a mayor	13.013	339	13.352
5	Mayor a menor	3.252	10.100	13.352
	Aleatorio 1	11.373	1.979	13.352
	Aleatorio 2	11.368	1.984	13.352
	Aleatorio 3	11.490	1.862	13.352
	Aleatorio 4	11.235	2.117	13.352
	Aleatorio 5	11.520	1.832	13.352
	Menor a mayor	13.216	136	13.352
10	Mayor a menor	3.000	10.352	13.352
	Aleatorio 1	11.370	1.982	13.352
	Aleatorio 2	11.353	1.999	13.352
	Aleatorio 3	11.380	1.972	13.352
	Aleatorio 4	11.244	2.108	13.352
	Aleatorio 5	11.427	1.919	13.346
	Menor a mayor	13.234	118	13.352

Tabla 9. Asignación en tallos de diferentes días de desfase del método propuesto (noviembre 2017).

DIAS DE DESFASE	REGLA	OFERTA (Tallos)	SUBPEDIDOS ASIGNADOS (Tallos)	SUBPEDIDOS NO ASIGNADOS (Tallos)	RESIDUO (Tallos)	TOTAL, DEMANDA (Tallos)	PORCENTAJE DE ASIGNACION
0	Mayor a menor	20.921.788	13.534.156	11.524.143	7.387.632	25.058.299	64,69%
	Aleatorio 1	20.921.788	13.534.156	11.524.143	7.387.632	25.058.299	64,69%
	Aleatorio 2	20.921.788	13.534.156	11.524.143	7.387.632	25.058.299	64,69%
	Aleatorio 3	20.921.788	13.534.156	11.524.143	7.387.632	25.058.299	64,69%
	Aleatorio 4	20.921.788	13.534.156	11.524.143	7.387.632	25.058.299	64,69%
	Aleatorio 5	20.921.788	13.534.156	11.524.143	7.387.632	25.058.299	64,69%
	Menor a mayor	20.921.788	13.534.156	11.524.143	7.387.632	25.058.299	64,69%
1	Mayor a menor	20.921.788	20.921.735	4.136.564	53	25.058.299	100,00%
	Aleatorio 1	20.921.788	20.921.543	4.136.756	245	25.058.299	100,00%
	Aleatorio 2	20.921.788	20.921.397	4.136.902	390	25.058.299	100,00%
	Aleatorio 3	20.921.788	20.921.417	4.136.882	371	25.058.299	100,00%
	Aleatorio 4	20.921.788	20.921.428	4.136.871	360	25.058.299	100,00%
	Aleatorio 5	20.921.788	20.921.447	4.136.852	341	25.058.299	100,00%
	Menor a mayor	20.921.788	20.543.188	4.515.111	378.600	25.058.299	98,19%
5	Mayor a menor	20.921.788	20.921.738	4.136.561	50	25.058.299	100,00%
	Aleatorio 1	20.921.788	20.921.603	4.136.696	185	25.058.299	100,00%
	Aleatorio 2	20.921.788	20.921.652	4.136.647	136	25.058.299	100,00%
	Aleatorio 3	20.921.788	20.921.601	4.136.699	187	25.058.299	100,00%
	Aleatorio 4	20.921.788	20.921.672	4.136.628	116	25.058.299	100,00%
	Aleatorio 5	20.921.788	20.921.602	4.136.697	186	25.058.299	100,00%
	Menor a mayor	20.921.788	20.712.616	4.345.683	209.172	25.058.299	99,00%
10	Mayor a menor	20.921.788	20.921.742	4.136.557	46	25.058.299	100,00%
	Aleatorio 1	20.921.788	20.921.641	4.136.658	147	25.058.299	100,00%
	Aleatorio 2	20.921.788	20.921.579	4.136.720	209	25.058.299	100,00%
	Aleatorio 3	20.921.788	20.921.550	4.136.749	238	25.058.299	100,00%
	Aleatorio 4	20.921.788	20.921.561	4.136.739	227	25.058.299	100,00%
	Aleatorio 5	20.921.788	20.921.623	4.136.676	165	25.058.299	100,00%
	Menor a mayor	20.921.788	20.696.080	4.362.219	225.708	25.058.299	98,92%

Revisando las asignaciones de subpedidos con cero días de desfase ver (Tabla 8), se obtienen los mismos resultados con las tres reglas de ordenamiento. Esto se debe a la estricta restricción que solo permite que los pedidos salgan en la fecha asignada para su envío. Al no haber días de desfase solo un conjunto limitado de subpedidos encuentra una concordancia con la oferta en la fecha exacta de envío. Siendo este conjunto el mismo de una regla a otra. Por lo tanto, al ser los mismos subpedidos también se encuentra concordancia en el mismo número de tallos asignados por las tres reglas.

Se aprecia que la regla RMA tiene la mayor cantidad de tallos asignados, seguida por la regla RALE y con el menor número de tallos asignados quedaría la regla RME. Esto se debe a que la regla RMA les da prioridad a los pedidos más grandes (mayor número de tallos) mientras que la regla RMA deja estos pedidos grandes al final con el resultado de un número mayor de tallos no asignados y a la vez un alto nivel de residuos (tallos de la oferta que no fueron asignados).

Este mismo patrón se cumple con las asignaciones con 5 y 10 días de desfase. Es decir, la regla RME tiene la mayor asignación de subpedidos y la regla RMA tiene la mayor asignación de tallos. Mientras que la regla RALE queda a en un segundo lugar, siempre bastante cercana a la regla ganadora. Es decir, en cantidad de subpedidos asignados queda cerca a la regla RME y en cantidad de tallos asignados queda cerca a la regla RMA.

De acuerdo con los resultados presentados en los párrafos anteriores, la regla que logra un balance entre la satisfacción del cliente y la utilización de la capacidad de los proveedores es la regla RALE ver (Anexo 11.3.) Debido que a la hora de seleccionar los pedidos no tiene preferencia por los pedidos grandes o pequeños, los cuales tienen la misma probabilidad de ser elegidos. Por ejemplo, tomando en cuenta un día de desfase, en la asignación de subpedidos la regla RALE logra un porcentaje promedio de asignación del 94%. Es decir, un porcentaje menor del 3% en comparación con la regla RME ver (Tabla 8). Sin embargo, cuando analizamos los residuos ver (Tabla 9) vemos que la regla RME tiene 378,600 tallos no asignados de los proveedores. Lo cual contrasta con los 300 tallos en promedio

de la oferta no asignados de la regla RALE. Teniendo en cuenta que en temporada alta un tallo puede alcanzar el valor de 1 dólar, tener un excedente de la oferta de 378,600 tallos es una cantidad de dinero considerable. Por otro lado, aunque la regla RMA solo tiene un excedente de la oferta de 53 tallos, sin embargo, esta misma regla tiene una cantidad de muy alta de subpedidos no asignados (58%). Lo que contrasta con el mejor rendimiento de la regla RALE (94% de subpedidos asignados). Para 5 y 10 días de desfase el comportamiento de la regla RALE es similar, es decir, mantienen el balance entre la satisfacción del cliente y el proveedor ver (Anexo 11.1 y 11.2).

A continuación, se mostrará el detalle de la asignación por día. En la Figura 23 se muestra el número de subpedidos no asignados con 0 días de desfase. Este gráfico es el mismo para las tres reglas. Ya que se explicó anteriormente que se obtienen los mismos resultados con las tres reglas de ordenamiento. Se puede apreciar que hay picos en los días 5, 12, 19 y 26. Esto se debe a que estos días son domingos y en estos días la oferta es cero debido a que ese día no se labora. Al no poder desfasar estos pedidos a días anteriores o posteriores al domingo, siempre se van al estado de no asignados.

En la Figura 24 se muestran los subpedidos no asignados con un día de desfase. Se puede apreciar que todos los subpedidos no asignados cuando se trabajó con cero días de desfase (incluyendo los del domingo) se van a tratar de asignar un día antes o un día después de la fecha de envío. En particular, se buscará asignar los pedidos del domingo el sábado o el lunes. La gráfica muestra que para cada día se cumple que la regla con el mayor número de subpedidos no asignados es RMA y para cada día la regla con el menor número de pedidos no asignados es RME. Nuevamente, quedando la regla RALE con un nivel de asignación más cercano a la regla RME que al de la regla RMA. Caso similar ocurrió con los días de desfase de 5 y 10 días Figura 25 y Figura 26 respectivamente.

Figura 24. Número de Subpedidos no asignados por fecha 1 día de desfase

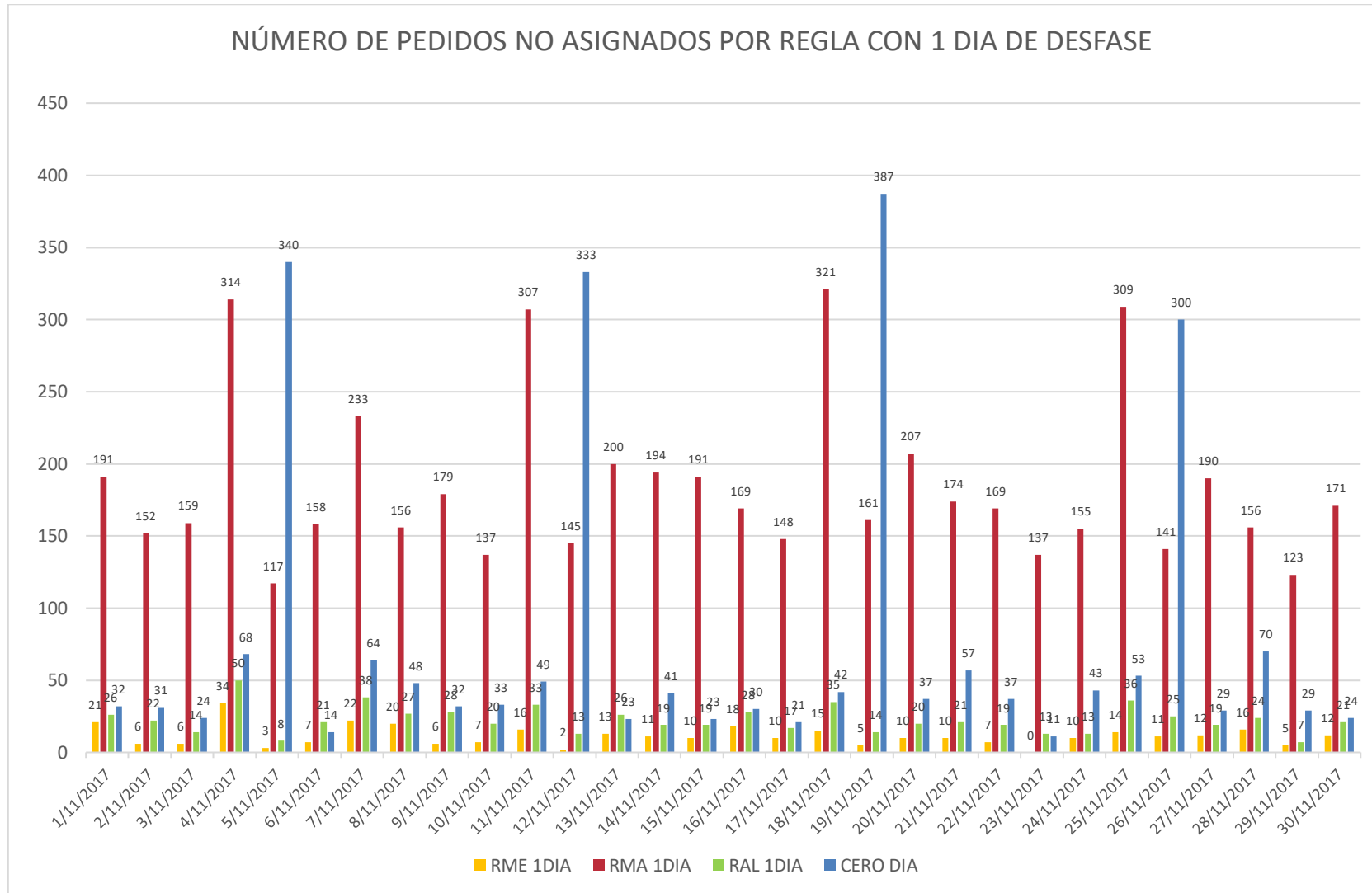


Figura 25. Número de Subpedidos no asignados por fecha 5 día de desfase

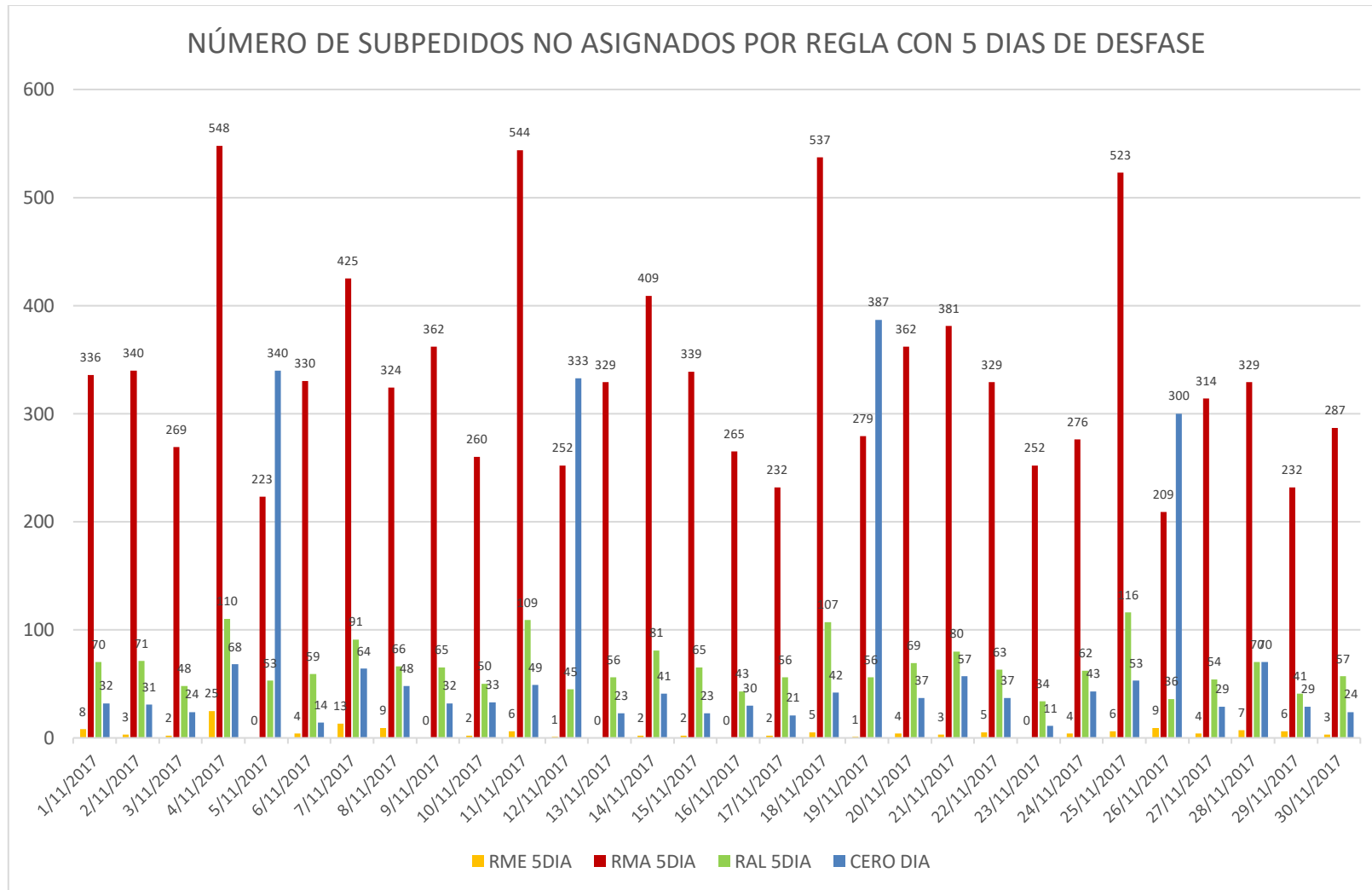
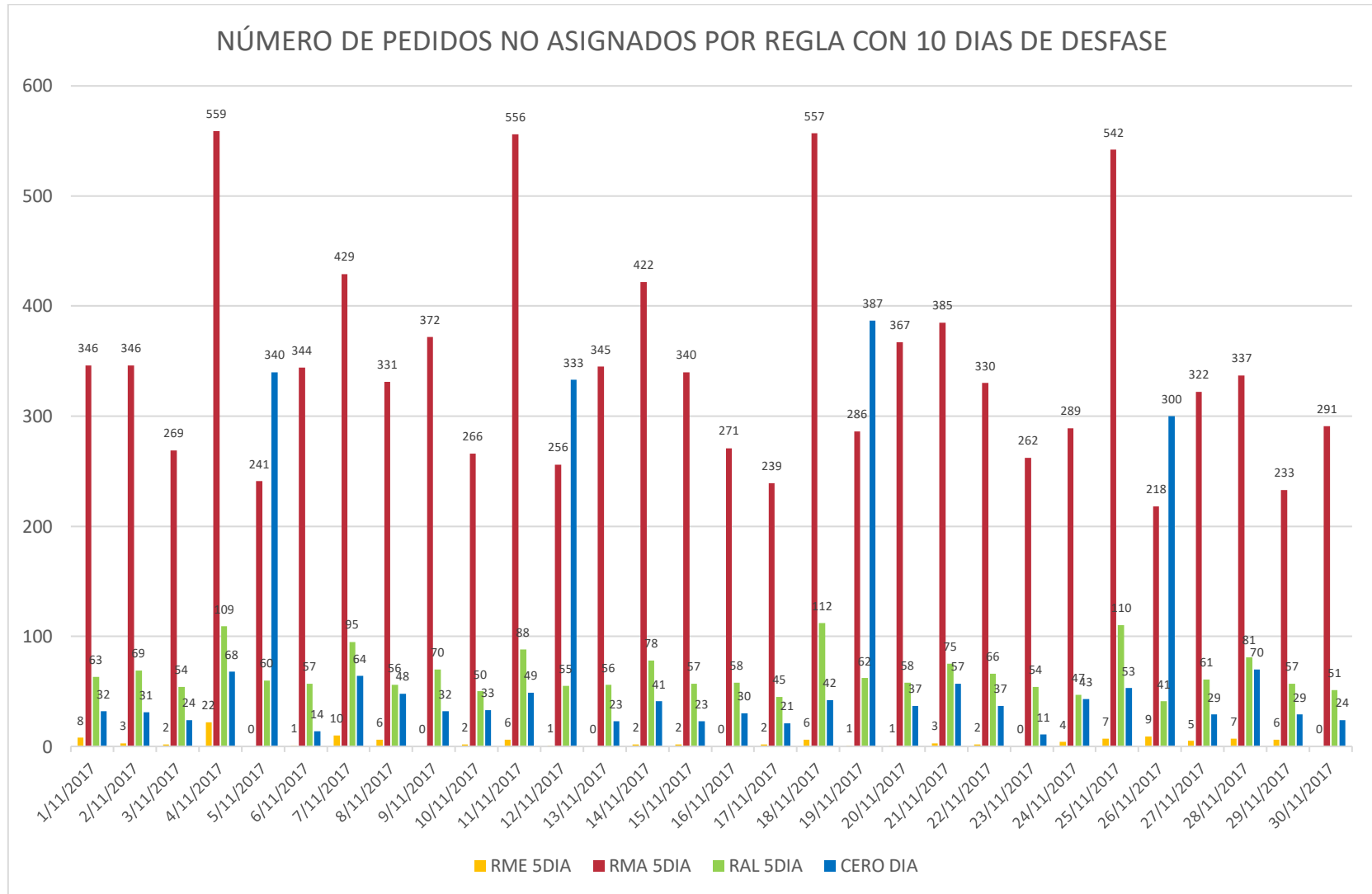


Figura 26. Número de Subpedidos no asignados por fecha 10 día de desfase



8.2.2 Reportes para toma de decisión

A continuación, se presentan los reportes que se pueden obtener con el método propuesto y se explica la utilidad de cada uno de ellos en el proceso de toma de decisiones.

8.2.2.1. Reporte de asignación

Utilidad del reporte: visualizar el cumplimiento del principio de equidad entre las diferentes compañías, como lo estipula la política de negocio que tienen las empresas asociadas al operador logístico (sección 7.1.3.3).

Por ejemplo, usando el método RME, se muestran en la Tabla 10, los resultados por proveedor del proceso de asignación, su ordenamiento con base a su porcentaje de asignación, además del residuo de la oferta. Se observa que la diferencia en el porcentaje de asignación del último proveedor con respecto al primero es solo del 0.1%. El aprovechamiento del producto en cada proveedor esta alrededor del 100% (porcentaje asignado).

Tabla 10. Reporte de asignación

Proveedor	OFERTA (Tallos)	ASIGNADO (Tallos)	Residuo de la Oferta (Tallos)	PORCENTAJE ASIGNACION (%)
SB	1.132.242	1.132.238	4	99,9
SN	2.292.918	2.292.913	5	99,9
FL	1.397.164	1.397.155	9	100,0
JA	1.054.298	1.054.297	1	100,0
AL	823.633	823.631	2	100,0
LC	539.515	539.507	8	100,0
TN	1.563.601	1.563.600	1	100,0
HT	895.959	895.957	2	100,0
VL	690.101	690.099	2	100,0
MG	2.131.592	2.131.587	5	100,0
ML	1.146.636	1.146.635	1	100,0
MO	1.473.303	1.473.303	-	100,0
QA	571.360	571.355	5	100,0
CA	1.219.679	1.219.675	4	100,0
CQ	774.969	774.968	1	100,0
CP	1.998.795	1.998.794	1	100,0
ER	1.216.023	1.216.014	9	100,0

8.2.2.2. Reporte de resultados de los subpedidos asignados

Utilidad del reporte: proyectar la separación de cupos aéreos y programación de transporte terrestre.

En la Tabla 11 se muestran la forma como la aplicación presenta los datos de subpedidos asignados. En este reporte se muestra el proveedor, el número del pedido (order number), el ítem del subpedido, el grado de calidad, el número de cajas, el tipo de caja (BoxType), además de la fecha original del pedido y la fecha en que el aplicativo a programado su entrega. La diferencia entre estas dos fechas calcula el día de desfase. Por último, se muestra la cantidad TotalFEB (cajas equivalentes) insumo utilizado para realizar procesos de aduana y desarrollo logístico en la entrega de la carga. La importancia de llevar la asignación a cajas equivalentes (tienen volumen uniforme) radica en la anticipación y oportunidad de conocer los cupos aéreos necesarios para enviar la carga. Además de realizar el cubicaje de la carga de cada proveedor para programar la necesidad de transporte terrestre para su movimiento desde los proveedores hacia el terminal aéreo.

Tabla 11. Resultados de los subpedidos asignados

ProveedorAsignado	OrderNumber	ItemNo	GradeTV	Ncajas	BoxType	FechaOriginal	FechaEntrega	DiasDesfase	TotalFEB
MG	P14131	2	50	76	F	04/11/2017	04/11/2017	0	76
CP	P14150	1	50	81	F	07/11/2017	07/11/2017	0	81
SN	P82258	11	50	50	F	10/11/2017	10/11/2017	0	50
MG	P81814	1	50	49	F	03/11/2017	03/11/2017	0	49
SN	P84764	1	50	49	F	25/11/2017	25/11/2017	0	49
MO	P82213	4	50	52	F	09/11/2017	09/11/2017	0	52
SN	P15070	27	50	57	F	27/11/2017	27/11/2017	0	57
CP	P13943	1	50	60	F	07/11/2017	07/11/2017	0	60
CP	P83501	3	50	200	Q	21/11/2017	21/11/2017	0	50
CP	P83490	9	50	45	F	23/11/2017	23/11/2017	0	45
MG	P14349	22	50	53	F	11/11/2017	11/11/2017	0	53

8.2.2.3. Reporte de resultados de los subpedidos no asignados

Utilidad: identificar en la planeación los subpedidos que no podrán atenderse. Permite por lo tanto comprar faltantes por variedad de flor en proveedores por fuera del operador logístico.

El reporte de los pedidos no asignados se muestra en la Tabla 12. Este reporte tiene el detalle de los atributos que componen el subpedido con el propósito de brindar información al operador logístico de fecha, cantidad por atributo necesario para completar un subpedido y determinar así el tratamiento que se le debe dar buscando el cumplimiento o aviso oportuno de la no ejecución de estos volúmenes solicitados.

Tabla 12. Demo Reporte subpedidos no asignados

OrderNumber	ItemNo	BoxType	fecha	TotalFEB	Npiezas	GradeTV	Bicolor	Cream	DarkPink	Green
P79007	1	H	01/11/2017	50	100	40	0	0	1200	1200
P14003	5	F	01/11/2017	44	44	50	0	0	3168	1584
P11303	1	H	01/11/2017	5	10	30	0	0	0	0
P11303	2	H	01/11/2017	5	10	30	0	0	0	0
P11238	2	H	01/11/2017	3,99	8	30	0	0	238	86
P11183	5	H	01/11/2017	20,5	41	50	0	0	0	0
P11317	2	H	01/11/2017	2,5	5	40	0	0	0	0
P11239	3	H	01/11/2017	1,99	4	30	0	0	119	43
P11075	14	H	01/11/2017	1	2	30	0	0	0	0

En la Tabla 13, se muestran los grupos de pedidos por semana que serán despachados, así como su color asociado (Bicolor) y su longitud (GradeTV). Esta información permite que el operador logístico pueda definir opciones o alternativas de cumplimiento de subpedidos, contemplando comprar en el mercado el producto necesario para realizar una ejecución del 100% (es decir, cubrir los subpedidos faltantes). Es importante resaltar que el proceso de asignación de subpedidos (en el horizonte de planeación) permite definir con anterioridad los volúmenes faltantes, las fechas y órdenes que no se podrán cumplir con la oferta que disponen los proveedores.

Esta información solo es posible tenerla anticipadamente, realizando el método propuesto, ya que se pueden recrear estos escenarios con diferentes días de desfase en la etapa de planeación. Por el contrario, con el método actual (al no

existir proceso de planeación) se experimentan estos escenarios en el día a día, restándole capacidad de reacción. Teniendo en cuenta el “asignador logístico” y otra persona desde el lado de los proveedores no son suficientes para coordinar y asignar los pedidos provocando incumplimientos y desasignaciones de productos.

Tabla 13. Subpedidos no asignados por semana color calidad (mes de noviembre 2017)

Semana	GradeTV	Bicolor	Cream	DarkPink	Green	Lavender	Novelty Cream	Novelty Orange	Novelty Peach	Novelty Pink	Novelty Red	Novelty Yellow	Orange	Peach	Pink	Red	White	Yellow
44	30	0	0	4491	1584	1805	0	368	0	4272	958	737	4896	1067	13217	6084	38949	5737
44	40	0	0	6117	3414	5321	0	64	0	1457	4060	1172	5933	7561	8183	149928	6868	6131
44	50	0	0	43559	18914	32236	0	1696	0	9786	1202	1755	41009	1870	47532	28951	38427	43773
44	60	0	0	1400	189	1947	0	40	0	1530	203	80	1284	147	12621	20486	12587	12523
44	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	825	0	0
Total 44		0	0	55566	24101	41308	0	2168	0	17045	6422	3743	53122	10645	81553	206274	96832	68163
45	30	0	0	4624	1632	1860	0	380	0	4403	987	759	5042	1099	5272	2459	52386	5909
45	40	0	0	17352	5265	2438	0	1024	0	10763	3283	2062	23785	4729	20986	225099	26861	12575
45	50	0	0	22926	3496	7277	0	3450	0	16346	21606	3032	32847	3968	28376	54764	28227	42416
45	60	0	0	1382	160	1175	0	51	0	1724	155	102	1335	90	1981	17068	2965	3004
45	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	825	0	0
Total 45		0	0	46284	10553	12750	0	4904	0	33235	26032	5955	63009	9885	56614	300215	110439	63904
46	30	0	0	10327	3435	3914	0	799	0	9266	2077	1598	11437	2525	11519	9630	38298	13310
46	40	0	0	8127	2812	5884	0	270	0	5636	486	553	11804	638	6679	49674	13683	11273
46	50	0	0	41252	15321	6412	0	583	0	19423	13695	1192	55085	3083	52812	309579	37362	63819
46	60	0	0	1213	183	943	0	53	0	1736	176	105	2929	111	2174	17167	3145	3418
46	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2325	0	0
Total 46		0	0	60920	21751	17153	0	1704	0	36061	16434	3447	81255	6357	73185	388375	92488	91820
47	30	0	0	5294	1874	2135	0	436	0	5055	1133	872	5773	1256	6042	7584	50020	6769
47	40	0	0	23229	1856	22177	0	638	0	13771	20009	1290	22438	2812	44874	416755	62234	23816
47	50	0	0	26493	7568	14315	0	679	0	23729	9700	1385	34057	1974	39773	352251	32969	44243
47	60	0	0	1168	151	1075	0	46	0	1704	145	92	1446	82	2005	15280	2376	2976
47	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1450	0	0
Total 47		0	0	56184	11449	39702	0	1799	0	44259	30987	3638	63714	6124	92694	793320	147598	77805
48	30	0	0	477	23	26	0	5	0	61	14	11	582	159	360	6918	4732	606
48	40	0	0	15380	786	3836	0	578	0	13401	2349	1119	15187	2077	22958	74292	22964	8639
48	50	0	0	23824	3008	2413	0	774	0	17822	34782	1562	35569	7734	32232	32368	17350	41525
48	60	0	0	455	124	418	0	29	0	693	81	59	457	63	677	9607	1442	945
48	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1375	192	0
Total 48		0	0	40137	3940	6693	0	1386	0	31978	37225	2751	51795	10033	56228	124560	46680	51714
Total general		0	0	259090	71794	117605	0	11962	0	162578	117100	19534	312895	43044	360275	1812744	494037	353406

8.3 Diferencias entre los Métodos Actual y Propuesto

La Tabla 14 se describen aspectos cualitativos relacionados con el desarrollo del método propuesto y su comparación con el método actual. Características como equidad son relacionadas con el tratamiento sobre los proveedores en el aplicativo y lo que genera en cada uno de ellos cuando se hace la asignación de subpedidos. La sincronización involucra cada uno de los atributos de los subpedidos y su contraste con la oferta de cada proveedor, con el propósito de realizar ejercicios de planeación que permitan tomar decisiones favorables al cumplimiento y el aprovechamiento de la flor que ofertan los proveedores. Los días de consolidación son el resultado del ordenamiento y posterior asignación de los pedidos, con el objetivo claro de definir los días en que se completa todo un pedido y que subpedidos se han o no asignado. Por último, la dispersión establece que tan distante de la fecha de envío se encuentra un subpedido y que tan dispersos se encuentran los subpedidos que completan un pedido, cabe anotar que en el método propuesto este parámetro se delimita con la inclusión de los días de desfase.

Tabla 14. Diferencias cualitativas entre el método actual y método propuesto

Características	Atributo	Método actual	Método propuesto
Equidad	Ordenamiento de proveedores	El ordenamiento de los proveedores se hace de forma estática de mayor a menor volumen de tallos. Y solo se revisa el porcentaje de asignación de forma semanal.	El ordenamiento de los proveedores se realiza de forma dinámica. Es decir, este ordenamiento se actualiza cada vez que se asigna un subpedido a un proveedor.
		Este método no revisa la asignación diaria de subpedidos.	Esto permite una asignación que está más alineada al valor de la oferta diaria.
Equidad	Compra de flor de entre los proveedores del operador logístico	Se realiza para subsanar la falta de flor en un subpedido por no haberse hecho las verificaciones de	No se requiere porque solo se asignar subpedidos que se pueden cumplir con la oferta existente.

		disponibilidad en el momento de la asignación.	
Equidad	Generación de reporte de proveedores	El reporte presenta el porcentaje asignación de cada proveedor. Solo presenta la cantidad total de tallos asignados (no detalla el tipo de flor).	El reporte presenta el porcentaje asignación de cada proveedor. Además, presenta el detalle sobre la cantidad de tallos por tipo de flor asignados.
			También se presenta el residuo de la oferta.
Equidad	Cumplimiento de la política de asignación	No garantiza el cumplimiento de la política que requiere que el primer proveedor y el último tengan una diferencia no mayor de 10% en el total de asignación sobre su oferta.	Está diseñado para cumplir la política de la compañía que establece que entre el primer y último proveedor la diferencia no debe ser mayor al 10%.
Sincronización	Generación de ventanas de planeación	No se realiza planeación de la asignación de los subpedidos.	Se pueden ejecutar horizontes de planeación que permitan conocer anticipadamente los resultados de la asignación y así reaccionar con rapidez a posibles problemas que puedan suceder.
		La asignación de realiza en tiempo real con revisiones semanales. Lo cual no permite reaccionar con anticipación a posibles problemas que puedan suceder.	
Sincronización	Verificación de la asignación.	No se verifican los atributos de los subpedidos en el momento de la asignación. Se asignan subpedidos	Se verifican los atributos de los subpedidos antes de realizar la asignación. Por lo tanto, se asignará a cada proveedor los subpedidos que puede

		que no se pueden cumplir.	ejecutar de acuerdo con su oferta por fecha.
Sincronización	Revisión posterior a la asignación	Debido a que no existe verificación de la asignación por parte del asignador logístico, es el proveedor quien debe realizarla. Esto conlleva a ajustar todo pedido que no se pueda cumplir por parte del proveedor.	No se requiere porque la verificación se realizó en el momento de la asignación.
Sincronización	Generación de reportes asignados	El reporte solo expone el número de subpedidos asignados.	Se conocen los pedidos, las fechas y las cantidades asignadas en cada subpedido para cada proveedor.
Sincronización	Generación de reporte de subpedidos no asignados.	El reporte solo presenta el número de subpedidos asignados y no asignados. No presenta detalle sobre la cantidad, la fecha y atributos de los subpedidos.	El reporte presenta detalle sobre la cantidad, la fecha y los atributos de cada uno de los pedidos no asignados.
			Permite conocer los volúmenes de flor a adquirir con proveedores externos al operador logístico en caso de decidirse así.
Días de consolidación	Ordenamiento de los pedidos	No se hace ordenamiento de los pedidos. Los pedidos se asignan en el orden en que van ingresando al sistema. Por lo tanto, se pueden asignar primero pedidos con fechas de vencimiento tardías sobre pedidos con fechas	Los pedidos son ordenados por la fecha de envío (del más reciente al más tardío) con el fin de asignar primero los pedidos con fechas de vencimiento más reciente.

		de vencimiento recientes.	
Días de consolidación	Automatización de la asignación de pedidos	Se realiza de forma manual por el asignador logístico y toma bastante tiempo.	Se realiza de forma automática en el aplicativo propuesto y de forma muy rápida (segundos).
Días de consolidación	Desasignación de subpedidos	Se realiza cuando ninguno de los proveedores del operador logístico tiene el tipo de flor requerida en el subpedido. Esto genera un subpedido perdido. La desasignación puede realizarse muy cerca de la fecha de envío esto deja sin capacidad de reacción al cliente.	Este proceso no existe. Simplemente se tienen pedidos asignados o no asignados después de la planeación.
Dispersión	Modificación de la fecha de envío	Es una actividad que debe realizar el proveedor después de concluir en sus análisis que no puede cumplir en la fecha asignada. Esta situación genera inconvenientes por no tener capacidad de reacción anticipada.	Se realiza durante la etapa de planeación mediante el uso de los días de desfase. Permite conocer anticipadamente que subpedidos se pueden cumplir y cuáles no.
Dispersión	Conocimiento de envío de subpedidos del mismo pedido	Es producto del ejercicio de cada proveedor, no se tiene la oportunidad de conocer el cumplimiento de cada uno solo horas antes del envío.	Se definen con tiempo los subpedidos, los proveedores y las fechas de envío. Las fechas no salen del límite inferior o superior que da la fecha de envío más o menos los días de desfase.

La comparación cuantitativa de los dos métodos, integra parámetros medibles por el método propuesto y parámetros que en el método actual no son medidos o simplemente solo es posible conocerlos cuando se ejecuta el plan de despachos. En la Tabla 15 se mencionan algunos atributos que de forma cuantitativa se miden con el método propuesto y se comparan con el actual.

Tabla 15. Diferencias cuantitativas entre el método actual y método propuesto

Atributo	Método actual	Método propuesto
Tallos Oferta	20.921.788	20.921.788
Tallos Demanda	25.058.299	25.058.299
Tallos Asignados	25.058.299	20.921.374
Tallos No Asignados	0	4.136.925
Tallos sobreasignados	4.136.511	0
Tallos Desasignados	7.812.950	0
Aprovechamiento de la oferta	82%	99.9%
Diferencia en la asignación entre proveedores	20%	0,01%
Días de desfase	Variable	1
Dispersión	3	1

Tallos oferta: Suma la cantidad de tallos ofertados por las diecisiete UP para el caso de estudio.

Tallos Demanda: Suma la cantidad de tallos demandados en pedidos que se realizan desde el cliente en los Estados Unidos hacia los proveedores en Colombia, a través de la empresa de intermediación logística.

Tallos asignados: Este ítem habla de los tallos que se han asignado en cada uno de los métodos, de acuerdo con cada una de las metodologías descritas en el capítulo 7.

Tallos no asignados: Expresa la cantidad de tallos que se dejan de asignar utilizando cada uno de los métodos descritos en el capítulo 7.

Tallos sobreasignados: Este ítem de comparación está diseñado para determinar la cantidad de tallos que se asignan por encima de la oferta acumulada de los diecisiete proveedores para atender la demanda establecida.

Tallos desasignados: Este indicador describe la cantidad de tallos que fueron asignados inicialmente a los proveedores, pero luego de la verificación de los proveedores (revisión de atributos y fechas) no se pueden cumplir.

Aprovechamiento de la oferta: Es el porcentaje de pedidos que se pueden ejecutar con la asignación hecha por cada uno de los métodos actual y propuesto. Se debe tener en cuenta que para el método actual este indicador solo puede ser obtenido después de ejecutado el envío.

Días de desfase: Considera los días en que un pedido podrá ser completado por los diferentes subpedidos asignados a los diferentes proveedores. Es de resaltar que para el método actual este ejercicio solo puede obtenerse después de confirmado el envío de cada subpedido, teniendo en cuenta que en el método actual los descartes por atributos pueden suceder durante el mismo día de envío. Su indicador en estado “variable” describe que solo hasta cuando se haya enviado el último subpedido este indicador podrá construirse, caso contrario con el método propuesto que parametriza y acota el problema para desarrollarse en los días de desfase.

Diferencia en la asignación entre proveedores: Uno de los puntos más importantes es la forma como los pedidos se asignan a los proveedores sin que existan diferencias porcentuales entre el primero y el último superior al 10%. El propósito es garantizar que los pedidos consumen el mismo porcentaje de la oferta de cada proveedor.

La comparación cuantitativa de los métodos actual y propuesto en la Tabla 15, expone los desempeños que no solo difieren, sino que permiten una serie de precisiones que es importante resaltar. Los tallos asignados aparentemente tienen un mejor desempeño en el método actual, sin embargo, este método no tiene en cuenta la oferta por día y solo realiza una asignación de pedidos por fecha de envío. Mientras la asignación en el método propuesto es inferior en 4.136.925 tallos, solo que esta ha realizado un chequeo proveedor por proveedor y pedido por pedido de cada uno de los atributos que tiene la flor para asegurar que la asignación cumpla con una fecha de envío, evitando posteriores cancelaciones. En los dos métodos los tallos no asignados tienen un contraste de alto impacto, en el método actual se

asigna todo y después de una revisión por parte del proveedor es que se empieza a retirar una serie de pedidos que no se pueden realizar, en el método actual el volumen de tallos no asignados alrededor de los cuatro millones expresa la cantidad de tallos no disponibles por los proveedores en las fechas solicitadas y alerta de un exceso de demanda que debe ser atendido con proveedores externos que puedan solventar esta necesidad. Producto de esta situación se generan los tallos desasignados, que reflejan la cantidad de tallos que un proveedor no pudo cumplir después de haberse realizado una asignación de pedidos. En el caso del método actual el número de tallos desasignados es superior al exceso que la demanda tiene sobre la oferta porque las asignaciones se hacen sin conocer los atributos del pedido y el proveedor, razón por la cual, proveedores tienen asignados pedidos que no pueden cumplir y solo lo detectan si realizan un riguroso estudio que requiere demasiado tiempo, de lo contrario los incumplimientos podrían ejecutarse horas antes del envío del pedido. Dadas estas condiciones se tiene un efecto inmediato en el aprovechamiento de flor que los proveedores tienen para satisfacer la demanda, es decir, se generan disponibles de flor que no son aptos para completar otro pedido, de esta forma el aprovechamiento de la flor ofertada por los proveedores en el método actual fue el 82%, mientras el método actual lo hace al 99,9%, esto garantiza la satisfacción de los proveedores quienes ven reflejado su ingreso por el número de tallos despachados. Como resultado se establece el indicador de equidad que establece que los porcentajes de asignación entre el primer y último proveedor no superen el 10%, en el método actual al finalizar el ejercicio de desasignación la diferencia fue del 20%, mientras en el método propuesto se lograron valores de diferencia del 0,01%. Impactando positivamente el concepto empresarial y tranquilidad de los proveedores con una herramienta diseñada para cumplir. Por último, los días de desfase en el método actual son variables en cada subpedido y dependen de la decisión del proveedor en qué momento los despacha, mientras en el método propuesto este indicador está parametrizado y son el resultado de un límite inferior y superior desde la fecha de envío más o menos los días de desfase. Generando así dispersiones de pedidos en el método actual de tres días, mientras el método propuesto solo de un día.

9. CONCLUSIONES

En este trabajo se presentó la forma actual de asignación de órdenes de producción de la empresa ELT quien tiene la tarea de entregar los pedidos de forma equitativa y coordinar cómo son enviados a los clientes finales en los Estados Unidos. La asignación se realizó de forma manual, lo cual hace ineficiente el manejo de grandes volúmenes de datos, generando, por lo tanto, imprecisiones en la asignación de los pedidos a los proveedores. Además, la asignación hecha por el asignador logístico de ELT requiere un alto grado de seguimiento y control por parte de los proveedores, duplicando las actividades de verificación.

En el caso de estudio se mostró que la asignación en el método actual generó un 16% de productos disponibles no aprovechados para el cumplimiento de subpedidos. Situación poco favorable para los proveedores quienes buscan el mayor uso de sus productos y que estos retornen en ingresos monetarios para sus compañías. Con el propósito de maximizar su ingreso en ocasiones los proveedores buscan el mejor aprovechamiento y deciden conseguir producto con otras empresas asociadas, aunque esto signifique encarecer su producción por incurrir en costos adicionales de insumos, mano de obra y transporte.

Se propone cambiar el método actual de asignación por un método propuesto que involucra una programación, un algoritmo y la capacidad de realizar centenares de cálculos en unos pocos minutos. El método propuesto permite que las medidas de desempeño puedan pronosticarse y ser definidas con antelación, buscando siempre el desempeño más adecuado en función de la relación recurso, proveedor, cliente.

El método propuesto se automatizó en una herramienta que permite plantear escenarios que miden el impacto de la asignación (% de asignación) y determina con anterioridad la cantidad de pedidos que se pueden cumplir (Pedidos asignados) y cuales no se logran cumplir (pedidos no asignados). Este punto a favor le da una capacidad de reacción al planeador en el proceso de decisión.

Además, el método propuesto tiene la facilidad de generar reportes que permiten en todo momento monitorear que atributos son necesarios para un cumplimiento del 100% de todos los subpedidos. Esto se logra debido a que en

cada una de las asignaciones se realiza una comparación de la oferta de los proveedores y la demanda de los clientes a nivel de los atributos de la orden antes de permitir asignar un subpedido a un proveedor.

En el método propuesto se revisaron tres reglas de asignación que implicaban el ordenamiento de los pedidos de mayor a menor (regla RMA), de menor a mayor (regla RME) y de forma aleatoria (regla RALE). La regla que logra un balance entre la satisfacción del cliente y la utilización de la capacidad de los proveedores es la regla RALE. Debido que a la hora de seleccionar los pedidos no tiene preferencia por los pedidos grandes o pequeños, los cuales tienen la misma probabilidad de ser elegidos.

En términos de equidad el método propuesto consiguió una asignación mínima del 99% de la oferta de cada uno de los proveedores. La diferencia de asignación entre el primer proveedor y el último no es mayor al 1%. En sincronización se verificaron los atributos de los subpedidos antes de realizar la asignación. Por lo tanto, se asignó a cada proveedor los subpedidos que puede ejecutar de acuerdo con los atributos de su oferta por fecha, lo que significó que se omita la revisión posterior a la asignación (realizada manualmente por el proveedor) y se obtuvo el reporte que presenta detalle sobre la cantidad, la fecha y los atributos de cada uno de los pedidos asignados y no asignados. La dispersión tuvo un tratamiento durante la etapa de planeación mediante el uso de los días de desfase como una decisión controlada, detalle que en el método actual fue un resultado del criterio de cada proveedor y el propio tratamiento que le dio a cada subpedido. Por último, el método propuesto permitió que los días de consolidación se puedan establecer en relación con los días de desfase y se tengan ventanas definidas de recepción del producto. La automatización de la asignación de pedidos permitió establecer fechas de envío, volúmenes de entrega por proveedor y estructurar el complejo logístico para la movilización de los recursos necesarios para dar cumplimiento al cliente final.

Finalmente, es importante resaltar que el método propuesto se convierte en una herramienta de planeación que permite tomar decisiones de forma más precisa, además, predice la entrega y la ejecución de los pedidos, facilita la definición del

entorno logístico en transporte terrestre y aéreo. Sin embargo, el aplicativo tiene limitaciones, una de ellas es no ejecutar la planeación por clientes con el propósito de asegurar el cumplimiento de los pedidos de un grupo de clientes en particular, además de no determinar automáticamente la mejor regla de manejo de acuerdo con la situación en la que se encuentren los estados de oferta y demanda.

El aporte científico de este trabajo es la descripción de un problema complejo de asignación de pedidos en un contexto real y de gran escala que no ha sido estudiado previamente en la literatura.

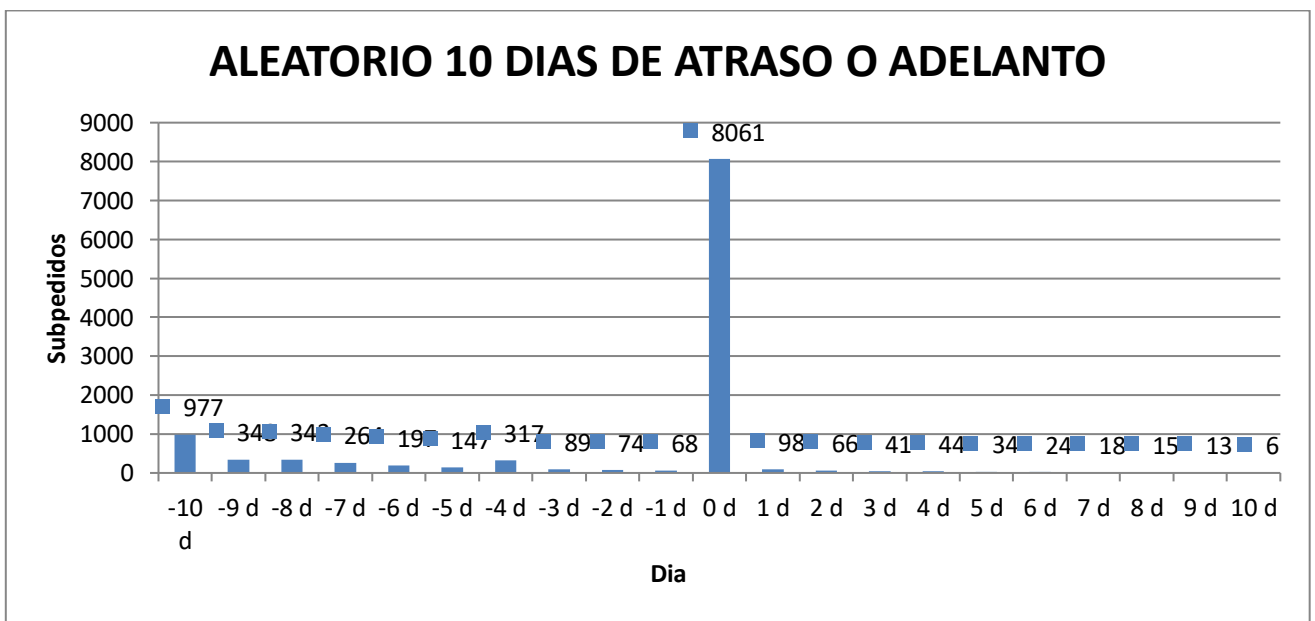
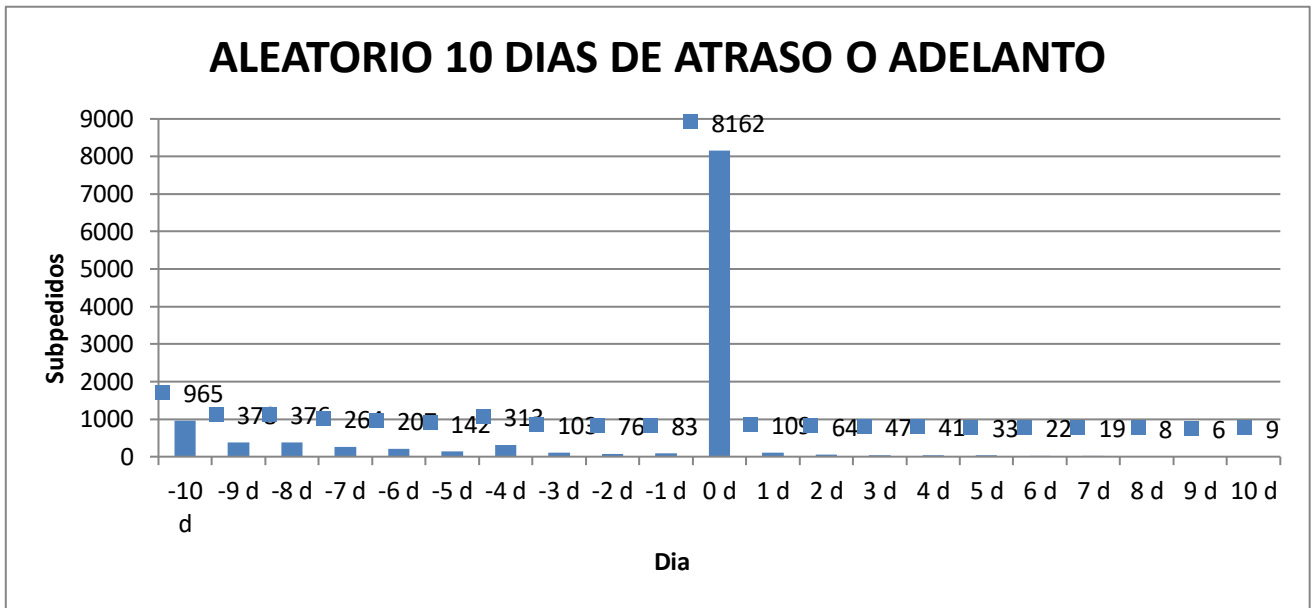
10. TRABAJO FUTURO

El desarrollo de este trabajo de grado tiene como trabajo futuro el integrar la plataforma de creación de pedidos a la plataforma de asignación de los pedidos, con la finalidad que en el momento que se cree el pedido este sea asignado en tiempo real y la comparación de atributos se realice desde el mismo momento en que se genera la orden. Con ello se eliminaría el concepto de pedidos no asignados, por un concepto de pedidos no tramitados en la fecha solicitada. Con la opción de mover la fecha a un periodo posterior o anterior (días de desfase). Esto permitirá que tanto el departamento comercial como el intermediario logístico deban con antelación buscar el producto necesario (por fuera) en caso de tener que cumplir con los pedidos tramitados.

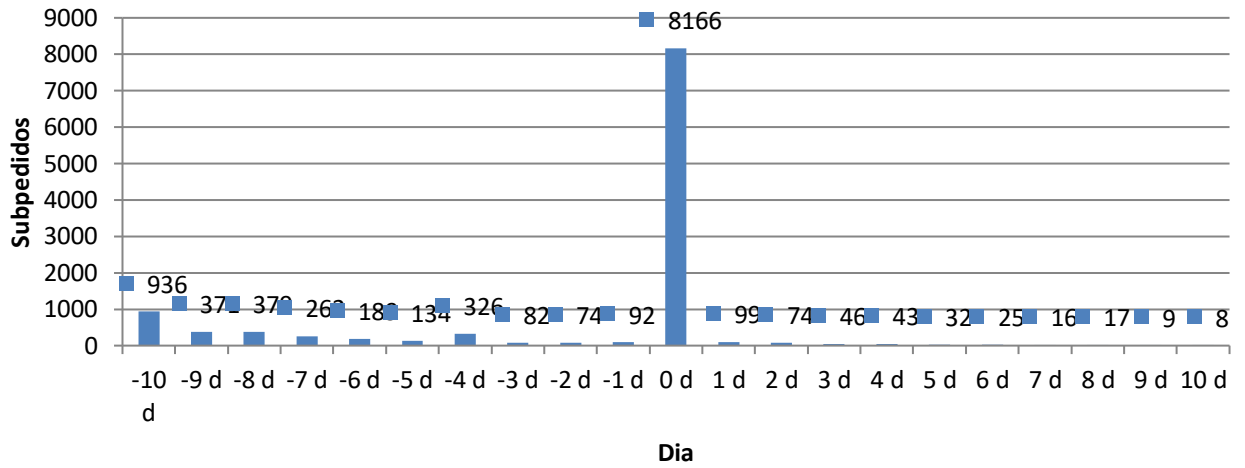
Otro punto para evaluar es el tamaño máximo que debe tener un subpedido, es decir, se debe buscar un máximo tamaño de subpedido basado en la mínima oferta por proveedor que se pueda tener. Con el fin de dividir subpedidos muy grandes en tamaños menores y que permitan considerar también a los proveedores con cantidades de oferta baja en la asignación. Esto con el propósito que el tamaño en el ordenamiento previo a la asignación (determinado en regla de asignación) no sea una limitante para los proveedores y se pueda tener un mejor cumplimiento en los pedidos asignados.

11. ANEXO

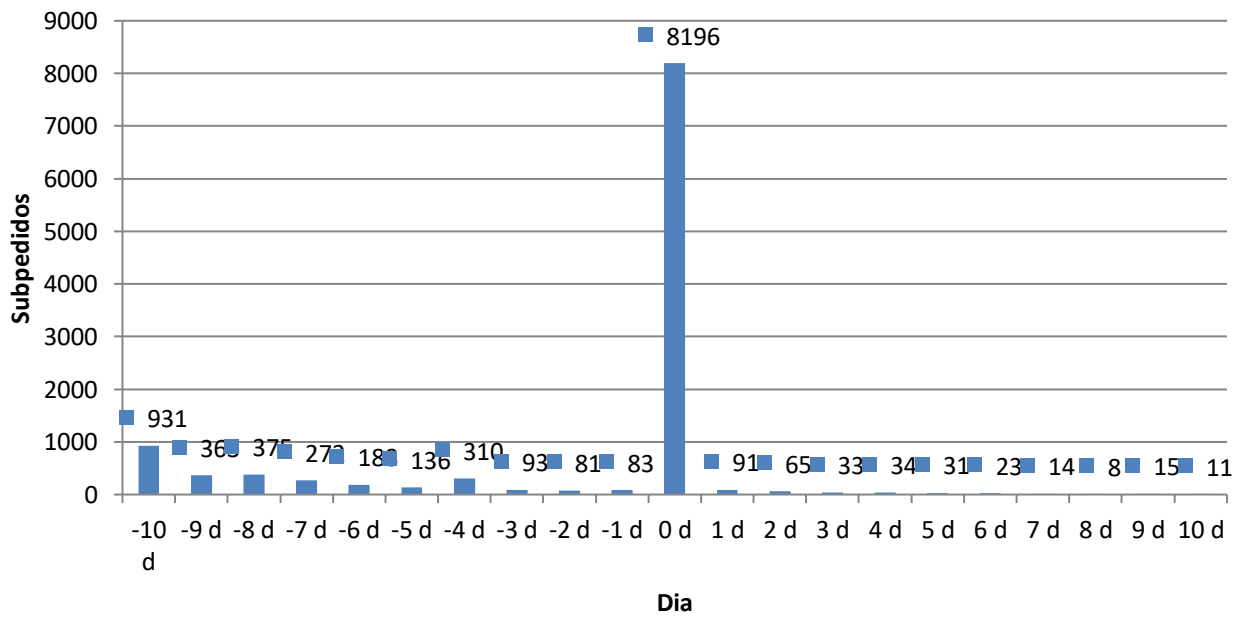
11.1 Corridas regla RALE para 10 días de desfase.



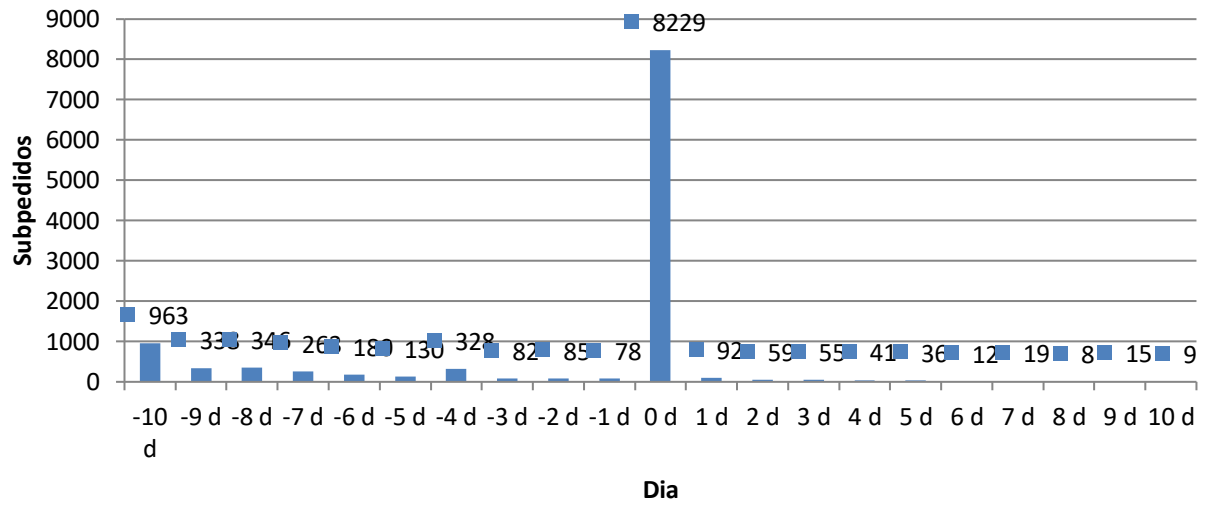
ALEATORIO 10 DIAS DE ATRASO O ADELANTO



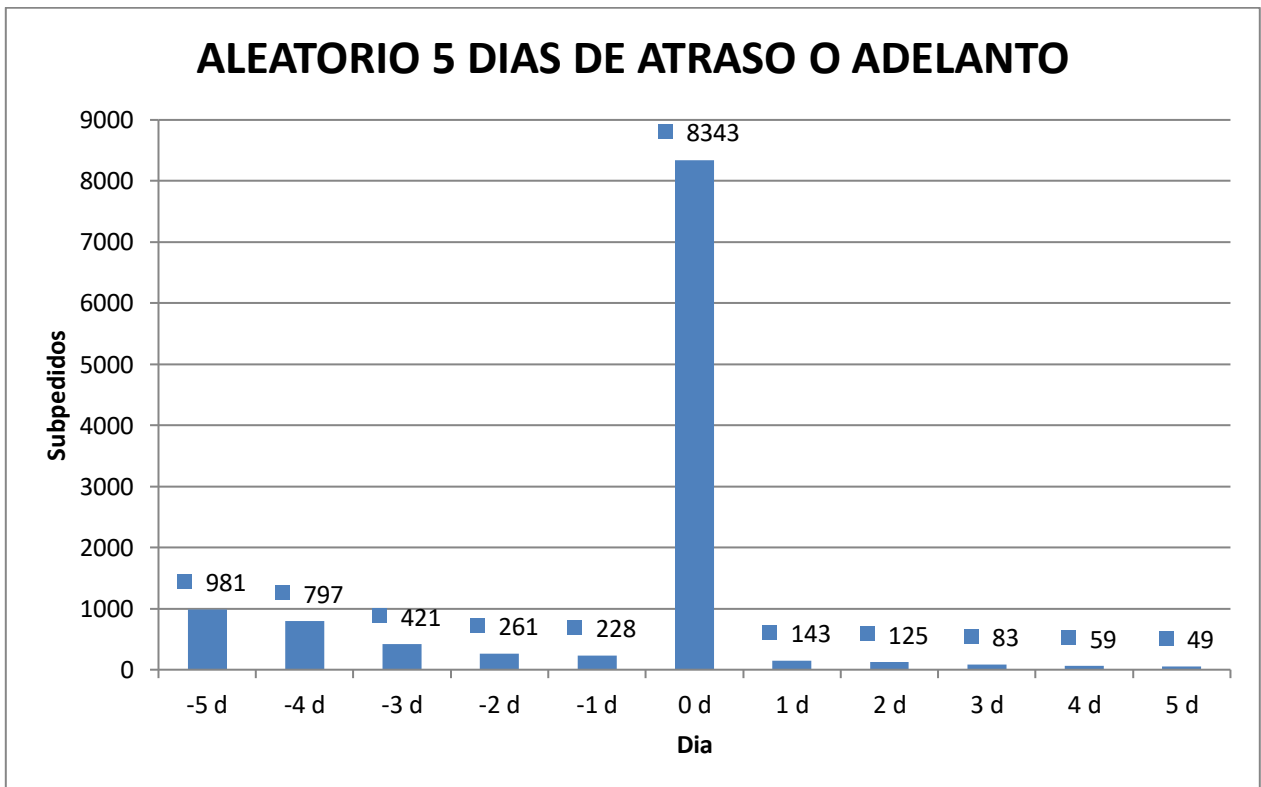
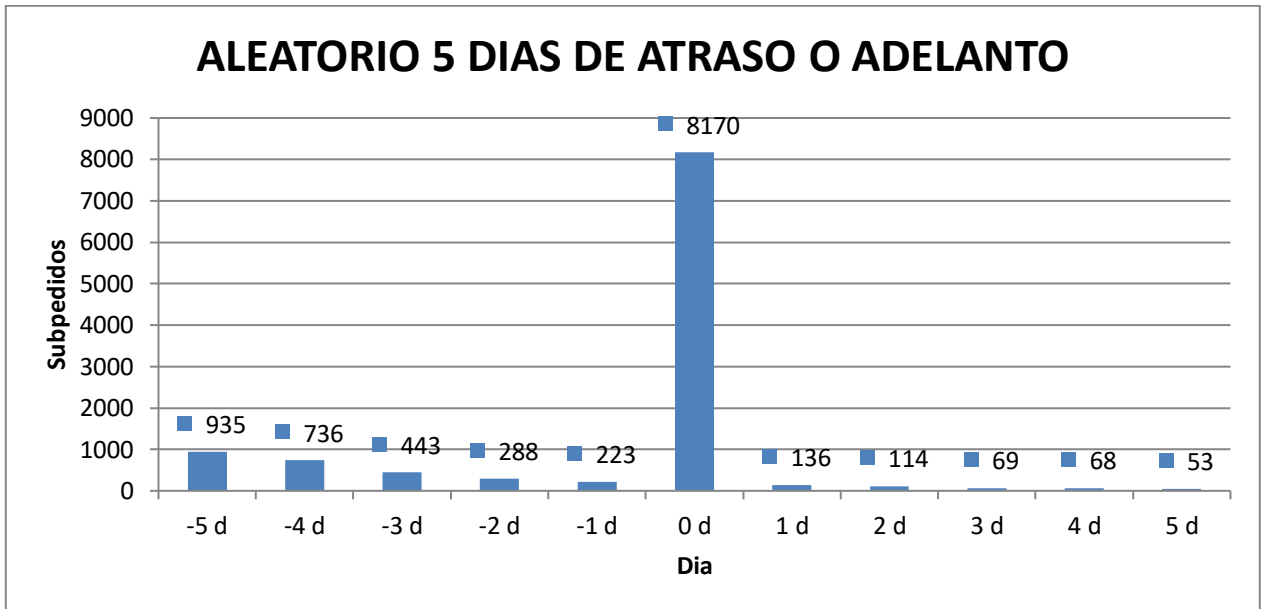
ALEATORIO 10 DIAS DE ATRASO O ADELANTO



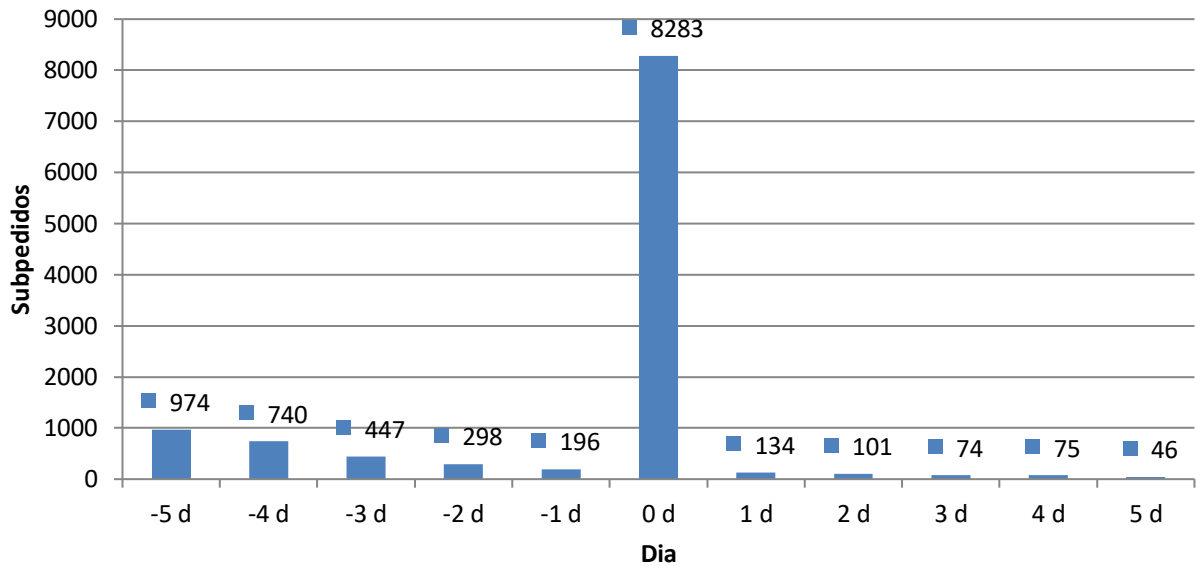
ALEATORIO 10 DIAS DE ATRASO O ADELANTO



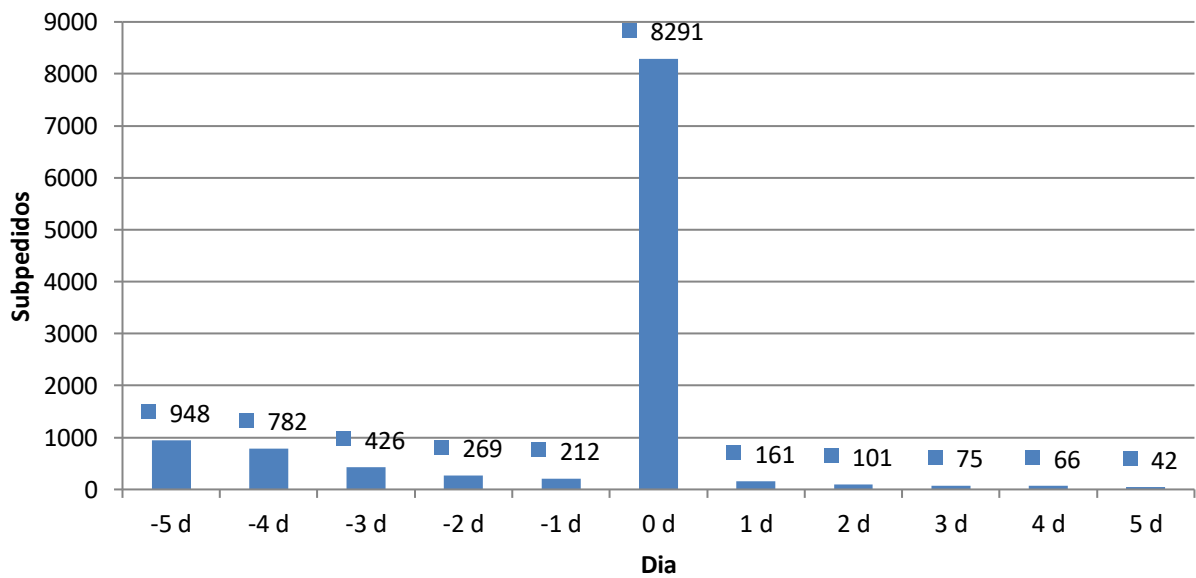
11.2 Corridas regla RALE para 5 días de desfase.



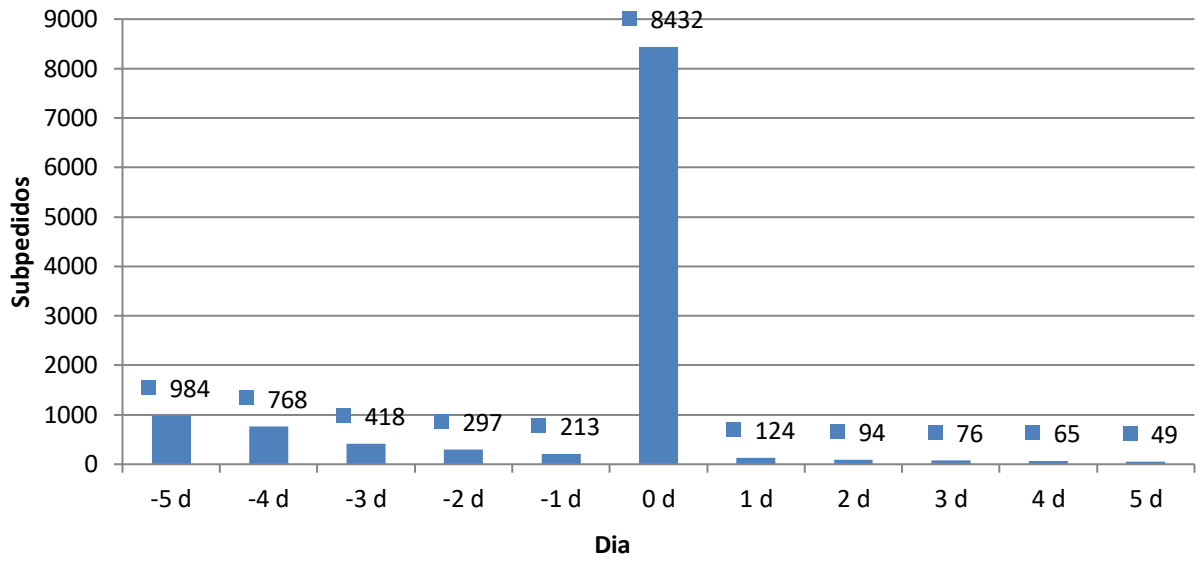
ALEATORIO 5 DIAS DE ATRASO O ADELANTO



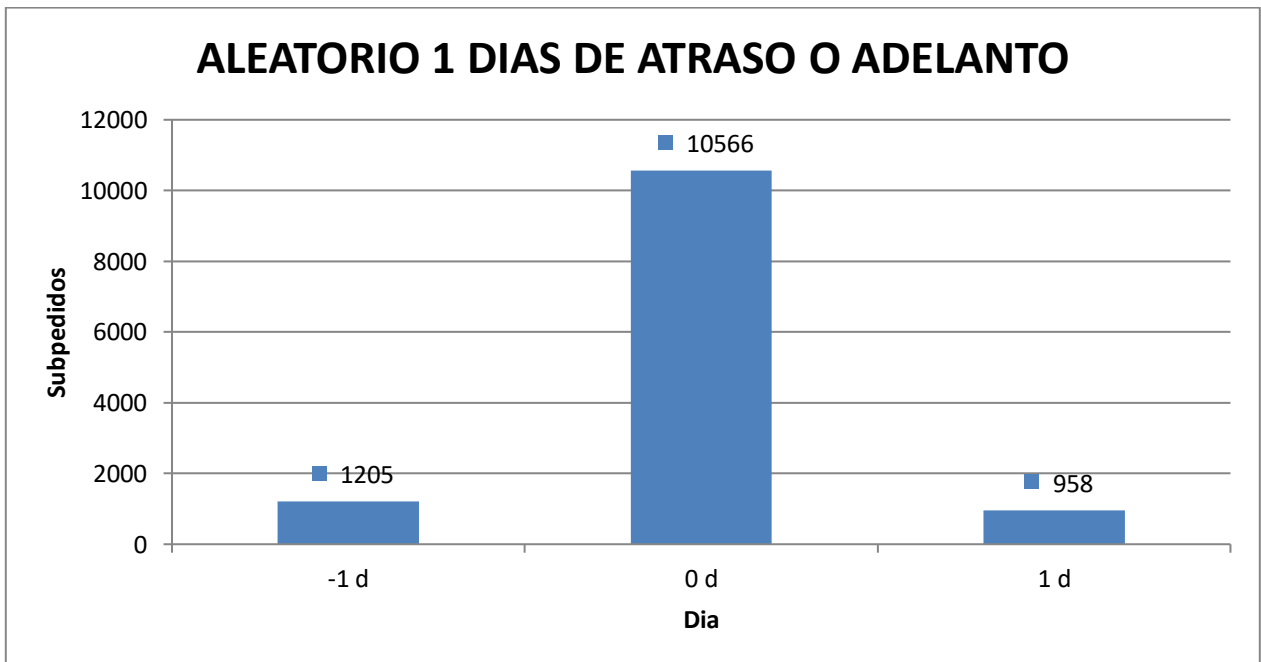
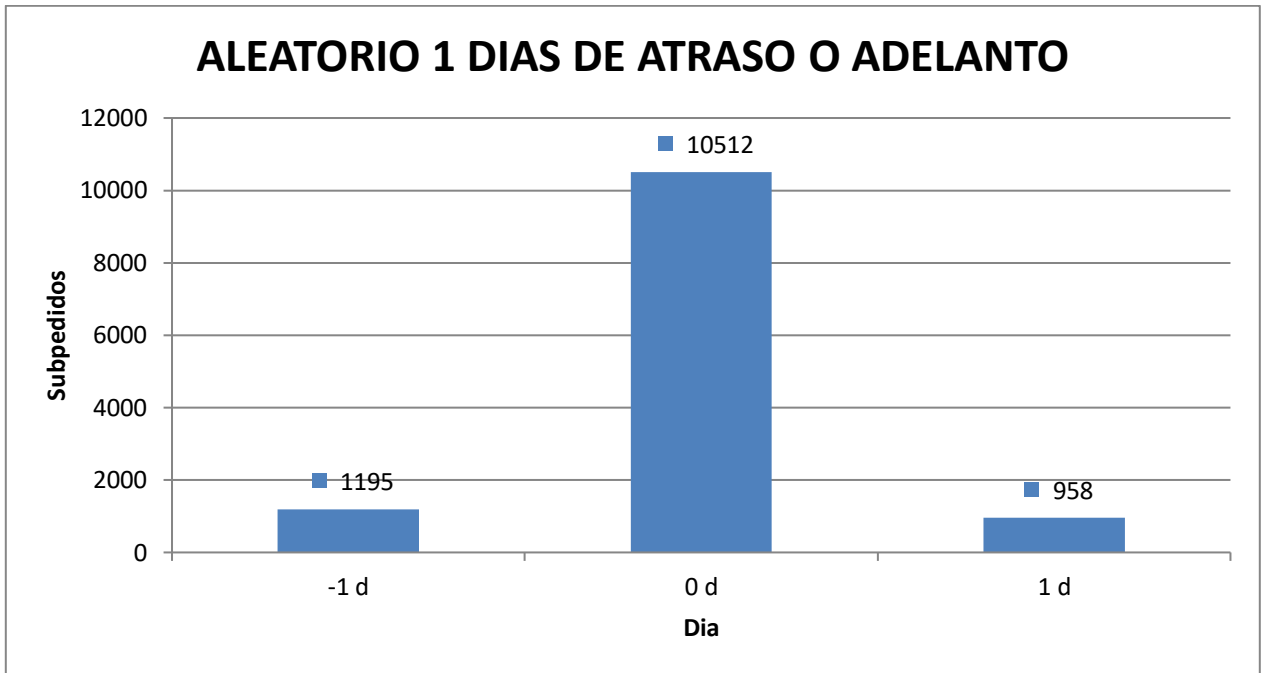
ALEATORIO 5 DIAS DE ATRASO O ADELANTO



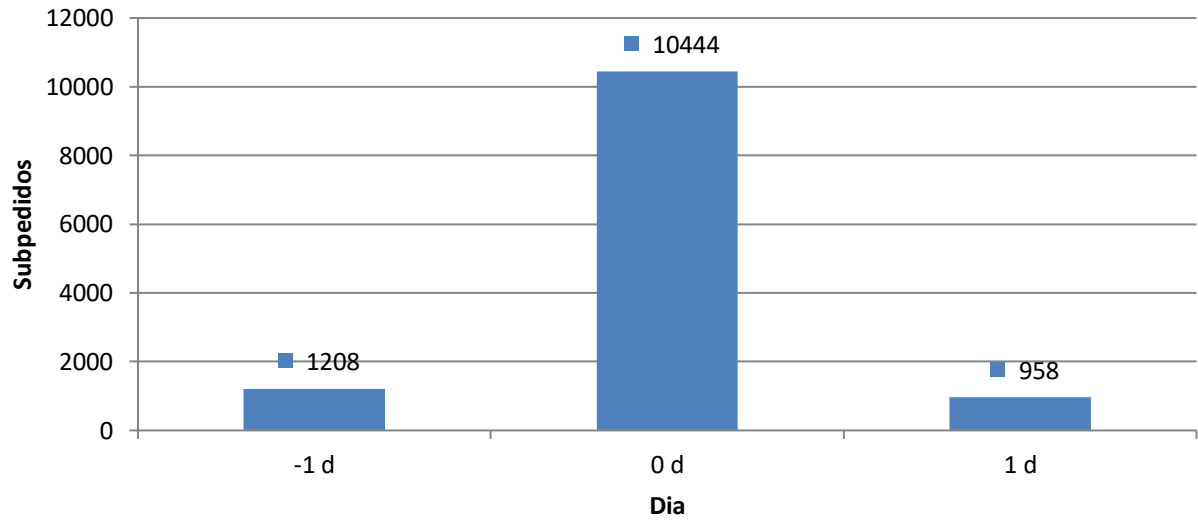
ALEATORIO 5 DIAS DE ATRASO O ADELANTO



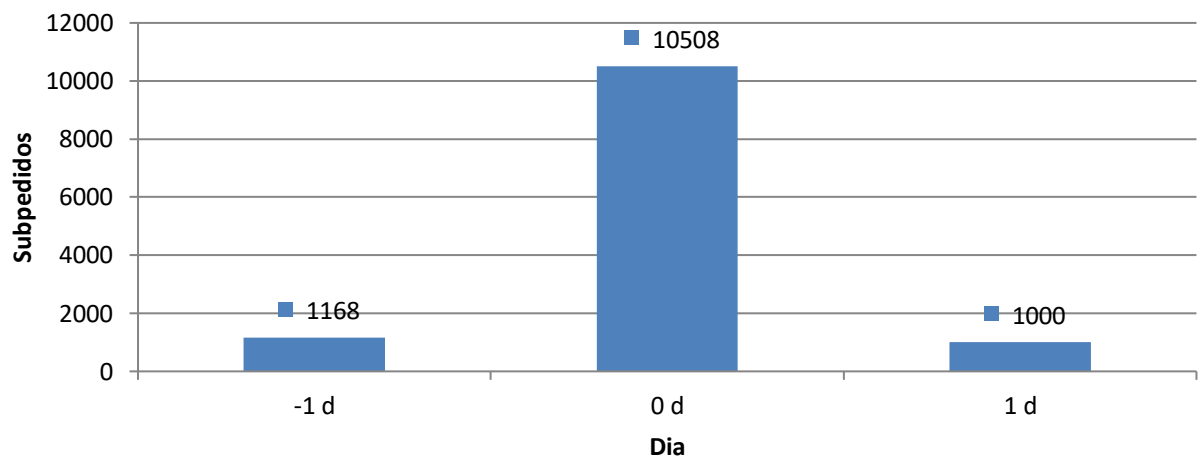
11.3 Corridas regla RALE para 1 días de desfase.



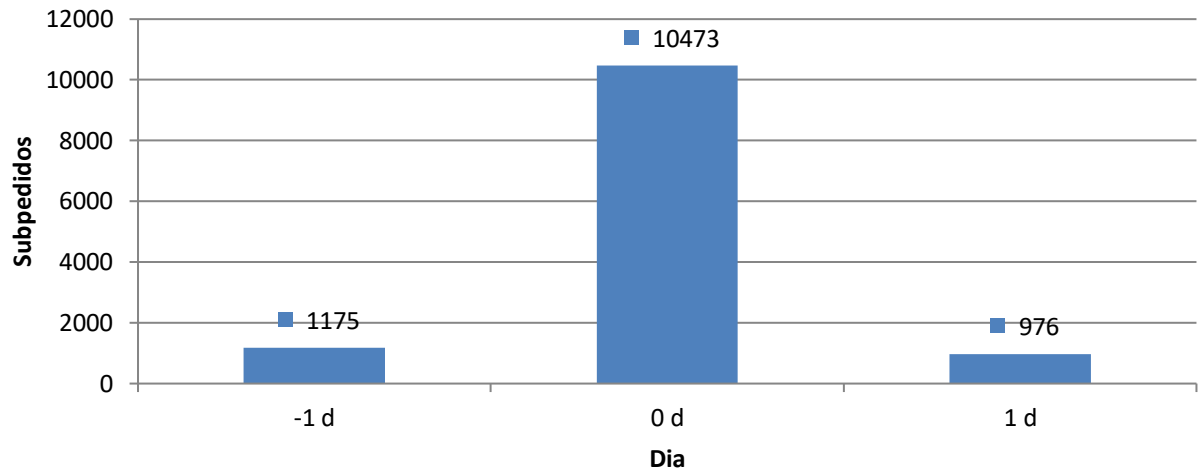
ALEATORIO 1 DIAS DE ATRASO O ADELANTO



ALEATORIO 1 DIAS DE ATRASO O ADELANTO



ALEATORIO 1 DIAS DE ATRASO O ADELANTO



12. BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, V., & Reinoso, R. (2011). Una comparación de metodologías para el modelado de aplicaciones web. *Revista Cubana de Las Ciencias Informáticas*, 5(2), 1–9.
- Adida, E., Bakshi, N., & Demiguel, V. (2016). Supplier Capacity and Intermediary Profits: Can Less Be More? *Production and Operations Management*, 25(4), 630–646.
- Alberto, C., & García, S. (2009). *Algoritmo heurístico para la resolución de problemas de programación de múltiples proyectos con recursos restringidos aceptando interrupciones en las actividades (PRCMPSP)*. Universidad de la Sabana.
- Alfaro Silva, P. A. (2007). *Simulación del proceso de manufactura poscosecha en la bouquetera de c.i. agroindustria del riofrío Ltda*. Universidad de la Sabana.
- Asocolflores. (2020). Colombia vs Competitors. *Flower World Trade Bulletin 2020*, 1–44.
- Asocolflores, P., & Lenis, G. A. (2014). Florycultura colombiana. *Florycultura Colombiana*, 1–28.
- Bendoly, E., & Chao, R. O. (2015). How Excessive Stage Time Reduction in NPD Negatively Impacts Market Value. *Production and Operations Management*, 25(5), 812–832.
- Busse, C. (2015). Doing Well by Doing Good? The Self-Interest of Buying Firms and Sustainable Supply Chain Management. *Journal of Supply Chain Management*, 52(2), 1–20.
- Chuang, H. H. C., & Oliva, R. (2015). Inventory record inaccuracy: Causes and labor effects. *Journal of Operations Management*, 39–40, 63–78.
- DANE. (2020). Principales productos exportados según el valor FOB.

<https://doi.org/https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/comercio-internacional/exportaciones>

- Eckerd, S., Boyer, K. K., Qi, Y., & Eckerd, A. (2015). Supply Chain Psychological Contract Breach: An Experimental Study across National Cultures. *Journal of Supply Chain Management*, 52(3), 68–82.
- Ferdows, K., Vereecke, A., & De Meyer, A. (2016). Delaying the global production network into congruent subnetworks. *Journal of Operations Management*, 41, 63–74.
- Flynn, B. B., Koufteros, X., & Lu, G. (2016). on Theory in Supply Chain Uncertainty and Its Implications for Supply Chain Integration. *Journal of Supply Chain Management*, 52(3), 3–27.
- Gonzalez, A. C. (2013). *Intercambio de información en las cadenas de suministro internacionales* (Naciones U, Vol. 120). Santiago de Chile.
- Hochbaum, D. S. (1999). RIOT-The Scheduling Problem. Recuperado Noviembre 25, 2020, from <https://riot.ieor.berkeley.edu/Applications/Scheduling/algorithms.html>
- Mehmann, J., & Teuteberg, F. (2015). Understanding the 4PL approach within an agricultural supply chain using matrix model and cross-case analysis. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 5567(March 2016), 1–18.
- Mejía, G., Guerrero, W., Sarmiento, A., Serrano, N., Cyber, A. (2020). Delivery of Perishable Export Products in Smart Cities : A Case Delivery of Perishable Export Products in Smart Cities : A Case Study in Bogotá (Colombia) Study in Bogotá (Colombia). *Procedia Manufacturing*, 39(2019), 1946–1952.
- Oviedo, L. A., & Rodriguez, N. V. (2009). *Caracterización de la cadena de abastecimiento de rosas en Colombia*. Pontificia universidad Javeriana.
- Pinedo, M. L. (2016). *Scheduling*. (5th ed, Vol. 29). Springer.

- Portafolio. (2016). Exportaciones de flores colombianas. Recuperado Noviembre 25, 2020 <http://www.portafolio.co/negocios/exportaciones-flores-colombianas-febrero-2016-491086>
- Taylor, P., Garetti, M., & Taisch, M. (2013). Production Planning & Control: The Management of Operations Sustainable manufacturing: trends and research challenges. *Production Planning & Control: The Management of Operations*, 23(2–3), 83–104.
- Tinoco, O., Rosales, P. P., & Salas, J. (2014). Criterios de selección de metodologías de desarrollo de software. *Industrial Data*, 13(2), 070.
- Universidad Nacional, U. (2012). Mercado de las flores, al vaivén de crisis económica mundial. Retrieved from <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/mercado-de-las-flores-al-vaiven-de-crisis-economica-mundial.html>
- Ye, H., Li, W., & Miao, E. (2016). An effective heuristic for no-wait flow shop production to minimize makespan.