

*Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”  
Facultad de Ciencias Técnicas  
Departamento de Ingeniería Industrial*



*“Procedimiento para seleccionar estrategias de  
Planeación Agregada en la Cadena Lechera de Sancti  
Spíritus”*

*Diplomante: Odaimy Luis Díaz*

*Tutor: Ing. Manuel Hung Varela*

*Ing. Oslay Bravo Bernal.*

**Curso 2014-2015**



## DEDICATORIA

- A mi niño Luis Angel, perdóname por las horas de abandono, yo lo hice para que te sintieras orgulloso de mami.
- A mi abuela Filomena, que estaría muy orgullosa si pudiera verme. Espero que esto te llegue hasta donde sea que estés.

## AGRADECIMIENTOS

- A mi Dios, que me ha dado las fuerzas y salud para terminar y permitirme finalizar exitosamente este peldaño de mi vida.
- A mi hijo, por ser el promotor de todos mis anhelos y el sol que ilumina mi vida.
- A mi esposo, por su apoyo incondicional, su amor y su cariño.
- A mis padres Olga y Adán y mis hermanos Iche y Lala, por su preocupación durante todo este periodo, porque todo saliera bien. Los quiero, y este triunfo también es de ustedes.
- A mi tutor Manuel Hung, por su apoyo intelectual y moral brindado en cada momento.
- A mis compañeros de grupo, por el apoyo incondicional que me han brindado en los momentos difíciles.
- Y a todos los que de una forma u otra han tenido que ver con este sueño que voy a lograr.

A todos muchas gracias...

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en la Cadena Lechera de Sancti Spiritus, como parte del proyecto de intervención AGROCADENAS. La selección de estrategias de Planeación Agregada de la Producción es deficiente en cada uno de los eslabones y en la cadena como tal.

Se elige el procedimiento para la selección de estrategias propuesto por Hung Varela, (2014). Se validó la estructura y funcionamiento del procedimiento a partir del formalismo de Redes de Petri. Se implementó el procedimiento hasta la etapa cuatro del mismo, en el eslabón Procesamiento, que clasifica como de Baja Flexibilidad. Se utilizaron aplicaciones informáticas especializadas como el WoPeD 2.5.0 y el SPSS 15.0.

## SUMMING UP

The present research was completed at Sancti Spiritus Milk Supply Chain, and its part of the intervention project AGROCADENAS. The making choices about Production Planning strategies are deficient at this moment to the all large Milk Supply Chain.

The procedure to make choice about Production Planning strategies, proposed by (Hung Varela, 2014) was the chosen one . The structure and behavior of the procedure was proved with Petri Nets. The procedure was implemented only to step four at the Procesamiento block, which classify like Flexibility Down. It was use WoPeD 2.5.0, and SPSS 15.0 software.

## ÍNDICE

<b>Introducción</b> .....	1
<b>Capítulo I. Marco Teórico Referencial</b> .....	5
1.1 Estrategia de investigación .....	5
1.2 Estrategias Empresariales .....	5
1.2.1 Clasificación de estrategias empresariales .....	6
1.3 Planeación Agregada de la Producción .....	7
1.3.1 Características de la Planeación Agregada de la Producción .....	10
1.3.2 Objetivo de la Planeación Agregada de la Producción.....	11
1.3.3 Costos de la Planeación Agregada de la Producción.....	12
1.3.4 Métodos de la Planeación Agregada de la Producción .....	14
1.3.5 Estrategias de Planeación Agregada de la Producción.....	16
1.4 Cadenas de Suministro.....	24
1.5 Cadenas Lecheras.....	25
1.5.1 Estrategias de PAP en Cadenas Lecheras .....	28
<b>Capítulo II. Procedimiento para seleccionar estrategias de PAP en la Cadena Lechera de Sancti Spíritus.</b> .....	32
2.1 Introducción .....	32
2.2 Clasificación de las estrategias de PAP.....	32
2.3 Procedimiento para seleccionar estrategias de PAP en Cadena Lechera de Sancti Spíritus.....	34
2.3.1. Etapa I. Verificación de las premisas.....	35
2.3.2. Etapa II. Creación de los equipos de expertos .....	35
Paso1. Confeccionar una lista inicial de personas posibles de cumplir los requisitos para ser expertos en la materia a trabajar.....	36
Paso 2. Determinar coeficiente de conocimiento.....	36
Paso 3. Determinar coeficiente de argumentación .....	36
Paso 4. Determinar coeficiente de competencia .....	37
Paso 5. Seleccionar los expertos.....	38
2.3.3 Etapa III. Determinación de las posibles tácticas de PAP en cada eslabón .....	38

2.3.4 Etapa IV. Clasificación de los eslabones de la cadena .....	39
Paso 1. Nivel de fortaleza por táctica ( $NFt_s$ ) .....	40
Paso 2. Proporción de tácticas por eslabón ( $PTe_s$ ) .....	42
Paso 3. Ubicación del vector flexibilidad táctica por eslabón ( $FTe_s$ ) .....	43
Paso 4. Clasificación del eslabón .....	44
2.3.5 Etapa V. Determinación de la Flexibilidad Táctica de la Cadena .....	50
2.3.6 Etapa VI. Selección de las estrategias de PAP para la cadena.....	51
Paso 1. Agrupación, selección y ordenamiento de las estrategias de PAP en los eslabones.....	51
Paso 2. Selección de las estrategias de PAP para la cadena .....	52
<b>Capítulo III. Implementación parcial del procedimiento para seleccionar estrategias de PAP en Cadena Lechera de Sancti Spiritus. ....</b>	<b>54</b>
3.1 Breve introducción .....	54
3.2 Validación del procedimiento propuesto con el formalismo de Redes de Petri .....	54
3.3 Etapa I. Verificación de las premisas.....	57
3.4 Etapa II. Creación del equipo de expertos.....	58
Paso 1. Confección de la lista inicial de la población de posibles expertos....	58
3.4.2 Determinación del coeficiente de conocimiento $K_{cj}$ .....	60
3.4.3 Determinación del coeficiente de argumentación $K_a$ .....	60
Alto .....	60
Medio.....	60
3.4.4 Determinación del coeficiente de competencia $K$ .....	61
3.4.5 Selección de expertos .....	61
3.5 Etapa III. Determinación de las posibles tácticas de PAP en el eslabón Procesamiento. ....	62
3.6 Etapa IV. Clasificación del eslabón Procesamiento.....	62
Paso 1. Determinación del Nivel de fortaleza por táctica ( $NFt_s$ ) .....	63
Paso 2. Determinación de la proporción de tácticas ( $PTe_s$ ) en el eslabón Procesamiento.....	64

Paso 3. Ubicación del vector de flexibilidad táctica ( $FTe_s$ ) en el eslabón	
Procesamiento.....	64
Paso 4. Clasificación del eslabón Procesamiento .....	65
<b>Conclusiones</b> .....	66
<b>Recomendaciones</b> .....	67
<b>Bibliografía</b> .....	68

## **Introducción**

La planeación agregada de la producción (PAP) es un proceso que ayuda a ofrecer un mejor servicio al cliente, manejar un inventario más bajo, ofrecer al cliente tiempos de entrega más breves y en general facilitar a la gerencia el manejo del negocio. El proceso requiere un trabajo de equipo entre los departamentos de la empresa, fundamentalmente Ventas, Operaciones, Finanzas y Desarrollo de productos. Está diseñado para ayudar a una empresa a equilibrar la oferta y la demanda y mantenerlas así a través del tiempo. Este equilibrio es esencial para el desarrollo de un negocio Chase, Jacob, y Aquilano, (2009).

Por su importancia para la economía, política, y sociedad en general, la Planeación Agregada constituye un tema tratado a nivel internacional por varios especialistas del área del conocimiento Narasimhan, McLeavey, y Billington, (1997); Mula Bru, Poler Escoto, y Lario Esteban, (2002); Schroeder, Golstein, y Rungtusanatham, (2008); Krajewski, Ritzman, y Malhotra, (2008); Arango Serna, Vergara Rodríguez, y Gaviria Montoya, (2009); Chase, Jacob, y Aquilano, (2009).

Para Cuba, un país bloqueado económicamente, la planificación y específicamente la planificación de la producción, representa un factor de seguridad nacional y una garantía para el futuro. La importancia de la planificación de la producción se hace patente en la voluntad política así como en las legislaciones oficiales:

- Resolución 60 del 2011 sobre el Control Interno, sección primera “Ambiente de Control”, artículo 10 a) (Contraloría General de la República, 2011).
- Decreto Ley 281 del Sistema de información del Gobierno, capítulo 5 “Sistema Organización de Bienes y Servicios” establece la estructura general del sistema de producción en la empresa cubana, y enfatiza en la planificación de la producción y los planes, particularmente en el artículo 203 (Consejo de Ministros, 2014).
- Lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución, lineamientos generales 1, 7 y 8, así como el lineamiento 181 de la política agroindustrial (Partido Comunista de Cuba, 2011).

Más allá de la necesaria capitalización del sector, la adopción de instrumentos y técnicas más adecuada de producción, organización empresarial, planificación estratégica y económica, representan elementos indispensables para garantizar los resultados asociados a cualquier tipo de inversión que el país realice con recursos propios o de la cooperación internacional (Mincex, 2014).

Con este enfoque (gestión y capacidades), a partir de enero de 2014, se puso en vigor en Cuba el “Programa de Apoyo al Fortalecimiento de Cadenas Agroalimentarias a nivel local”, más conocido por su nombre corto AGROCADENAS, con una duración de 54 meses; donde intervienen tres ministerios: El Ministerio de la Agricultura en Cuba (Minag), Ministerio del Comercio Interior (Mincin) y el Ministerio de la Industria Alimenticia (Minal). Las prioridades estratégicas del proyecto son:

- Seguridad alimentaria y nutricional.
- Desarrollo económico sostenible.

Se desarrolla en la zona central y oriental del país, específicamente en las provincias de Villa Clara, Sancti Spíritus, Granma y Santiago de Cuba. El incremento de la producción en al menos un 30% es el propósito fundamental del programa, y para ello se espera:

- Fortalecer la gestión de las cadenas agroalimentarias.
- Fortalecer las capacidades productivas de las cadenas agroalimentarias.

Con la culminación de la primera etapa que implicó un diagnóstico, se obtienen resultados que se suman a las investigaciones realizadas por otros autores, como son: Rivera Rojas y Rodríguez Mendoza, (2011); Tejera Díaz, (2012); García, (2014). Se determinó que las deficiencias fundamentales en la gestión y específicamente en la PAP en la cadena lechera de Sancti Spíritus son:

- La PAP tiene lugar con modelos de tipo heurísticos y métodos empíricos fundamentalmente, insuficientes para responder a las exigencias de un sistema complejo.
- Planeación lineal y determinista (mecanicista) que no se corresponde con los entornos turbulentos, complejos y difícilmente predecibles.
- Enfoque estático para la planeación.

- Necesidad de un procedimiento para la selección de estrategias de PAP.
- Selección ineficiente de métodos de PAP.
- Estimación empírica y lineal de las capacidades productivas, particularmente en el eslabón primario.
- Control ineficiente de la PAP basado en criterios subjetivos.
- Débil conexión de la PAP entre los eslabones.

Todo esto incide en la insatisfacción de los clientes, por causas organizativas, ya que las capacidades y las demandas se encuentran lejos del equilibrio.

Como **problema científico** de la investigación se formula: necesidad de un procedimiento para seleccionar estrategias de PAP que contribuya a la satisfacción de los clientes manifiesto en el equilibrio entre la oferta y la demanda en la Cadena Lechera de Sancti Spíritus.

Se tiene como **objetivo general** implementar un procedimiento para seleccionar estrategias de PAP que contribuya a la satisfacción de los clientes manifiesto en el equilibrio entre la oferta y la demanda en la Cadena Lechera de Sancti Spíritus.

Para el cumplimiento del **objetivo general** se plantean los siguientes **objetivos específicos**:

1. Construir el marco teórico referencial de la investigación a partir del estudio del estado del arte y la práctica de las cadenas lecheras, la PAP como sistema de planificación, y las estrategias de PAP.
2. Determinar un procedimiento para seleccionar estrategias de PAP en la Cadena Lechera de Sancti Spíritus.
3. Validar el procedimiento determinado para la selección de estrategias de PAP en la Cadena Lechera de Sancti Spíritus.
4. Implementar parcialmente el procedimiento para seleccionar estrategias de PAP en la Cadena Lechera de Sancti Spíritus.

Como **objeto de la investigación** se tiene la planeación en las cadenas lecheras en Cuba y por **campo de acción** las estrategias de la PAP en la Cadena Lechera en Sancti Spíritus.

Para llevar a cabo los objetivos, la estructura del trabajo se ha diseñado de la siguiente forma:

**\_ Capítulo I. Marco Teórico Referencial.** En este capítulo se plasma la búsqueda de las literaturas relacionadas con el tema a tratar (estado del arte), así como la teoría de utilidad e importancia para la investigación. Para ello se consultaron fuentes primarias y terciarias.

**\_ Capítulo II. Procedimiento para seleccionar estrategias de PAP en la Cadena Lechera de Sancti Spíritus.**

En este capítulo se describe el procedimiento para seleccionar estrategias de la PAP en la Cadena Lechera de Sancti Spíritus.

**\_ Capítulo III. Implementación parcial del procedimiento para seleccionar estrategias de PAP en la Cadena Lechera de Sancti Spíritus.**

En este capítulo se puede apreciar la validación y la implementación de forma parcial del procedimiento para seleccionar estrategias de la PAP en la Cadena Lechera de Sancti Spíritus.

### **Justificación y Viabilidad**

La investigación forma parte del desarrollo del Programa de Apoyo al Fortalecimiento de Cadenas Agroalimentarias a nivel local AGROCADENAS. Las condiciones materiales y subjetivas están creadas para llevar a cabo el trabajo.

### **Resultados esperados**

#### Valor metodológico

Procedimiento para la selección de estrategias de PAP contextualizado en el marco regulatorio cubano para la cadena lechera en Sancti Spíritus.

#### Valor práctico

Factibilidad y pertinencia en la aplicación del procedimiento para seleccionar estrategias de PAP que contribuyan a la satisfacción de los clientes manifiesto en el equilibrio entre la oferta y la demanda en la Cadena Lechera de Sancti Spíritus.

## Capítulo I. Marco Teórico Referencial

### 1.1 Estrategia de investigación

En el presente capítulo se abordaron los aspectos teóricos más importantes, relacionados con las cadenas lecheras y la PAP; temas que constituyen el soporte teórico a la presente investigación.

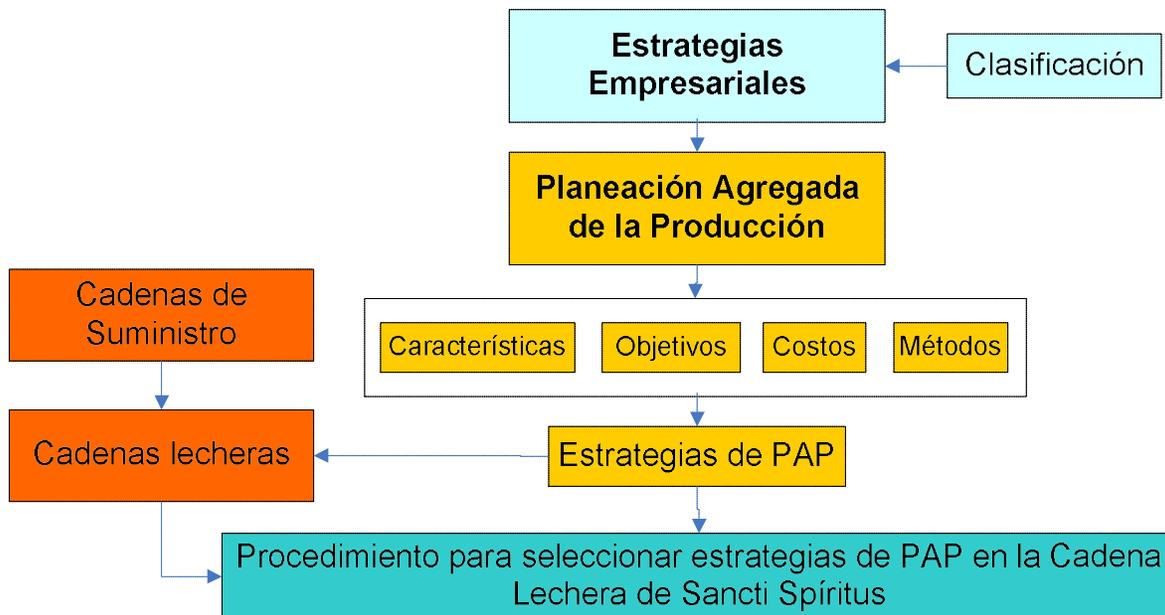


Figura 1.1: Hilo conductor del marco teórico. Fuente: Elaboración propia.

### 1.2 Estrategias Empresariales

Para Menguzzato y Renau, (1991) la estrategia empresarial explica los objetivos generales de la empresa y los cursos de acción fundamentales, de acuerdo con los medios actuales y potenciales de la empresa, a fin de lograr la inserción óptima de ésta en el medio socioeconómico.

Autores como Domínguez Machuca, Álvarez Gil, García González, Domínguez Machuca, y Ruíz Jiménez, (1995a) consideran que la estrategia empresarial debe incluir:

- La descripción de la situación actual de la empresa, de su entorno y de la forma de competir en él.
- Los objetivos corporativos y los planes o cursos de acción generales para lograrlos.

- La descripción de cómo ha de contribuir cada producto y función a los objetivos corporativos, la cual habrá de plasmarse en los planes generales mencionados.
- La distribución de los recursos entre los diferentes productos y funciones.

Para tratar la estrategia empresarial en su obra Stoner, (2005) , adopta el concepto de Alfred D. Chandler quien plantea que estrategia es la determinación de las metas y objetivos básicos de una empresa a largo plazo, los cursos de acción y la asignación de recursos para alcanzar dichas metas.

### **1.2.1 Clasificación de estrategias empresariales**

La estrategia se formula en tres niveles organizacionales. Los niveles están en dependencia de la cantidad de actividades o negocios que tenga la organización. En una organización que tenga una sola actividad o negocio, habrá sólo dos niveles de estrategias.

Según Ronda Pupo y Marcané Laserra, (2003) las estrategias empresariales se clasifican en:

#### **Estrategias Maestras o Corporativas:**

A este nivel se emplean los siguientes tipos de estrategias

#### **Estrategias de crecimiento:**

- Crecimiento interno.
- Integración o fusión.
- Adquisición.
- Integración horizontal.
- Integración horizontal relacionada.
- Integración horizontal no relacionada o conglomerado.
- Integración vertical relacionada.
- Integración vertical no relacionada.
- Alianzas estratégicas.

#### **Estrategias de estabilidad:**

- Estrategias de reducción.

- Desintensificación.

### **Las estrategias genéricas:**

Muchas organizaciones operan en múltiples actividades en diferentes entornos y bajo numerosas circunstancias. Este tipo de estrategias debe responder a la pregunta ¿Cómo se debe competir en el negocio escogido?

### **Estrategias genéricas para negocios grandes:**

- Estrategia de bajo costo.
- Estrategia de diferenciación.
- Estrategia combinada.
- Estrategia múltiple.

### **Estrategias funcionales:**

Las estrategias funcionales contribuyen al cumplimiento de los objetivos, y de las estrategias maestras y/o de las de los diferentes sistemas o unidades estratégicas de actividades de una organización. En estas estrategias se prevé cómo utilizar y aplicar los recursos y habilidades dentro de cada área funcional de cada sistema o unidad estratégica de actividades a fin de maximizar la productividad de dichos recursos.

## **1.3 Planeación Agregada de la Producción**

La planeación agregada de la producción, se conoce por varios nombres en la literatura especializada: planeación agregada, planificación de la producción, y planificación de ventas y operaciones.

Varios autores como, Domínguez Machuca, Álvarez Gil, García González, Domínguez Machuca, y Ruíz Jiménez, (1995b) lo enfocan desde su resultado con el nombre de Plan Agregado de Producción. Estos autores lo definen como un Plan de Producción a medio plazo, factible desde el punto de vista de la capacidad, que permita a su vez lograr el Plan Estratégico de forma eficaz en relación con los objetivos tácticos del subsistema de Operaciones.

Otros autores como Chapman, (2006) trata a la planificación agregada como Planificación de Ventas y Operaciones, con un profundo enfoque sistémico. La

considera como una parte de la más detallada planificación de recursos, incluyen el tipo y cantidad de estos, así como la oportunidad con que se cuenta con ellos.

Autores como Gaither y Frazier, (2000) plantean que la planeación agregada es la encargada de desarrollar planes de producción a mediano plazo, en lo que se refiere a empleo, inventarios agregados, servicios generales, modificaciones a las instalaciones y a contratos de suministro de materiales.

Los autores Heizer y Render, (2004) establecen que forma parte de un sistema más amplio de planeación de la producción. La información para llevar a cabo la planeación agregada incluye el pronóstico de demanda, finanzas, capacidad, personal y disponibilidad de materia prima.

Para Krajewski, et al., (2008) plantean que el Plan de Ventas y Operaciones es el proceso de planear los niveles futuros de recursos agregados para que la oferta esté en equilibrio con la demanda. Este plan es una declaración de las tasas de producción, niveles de mano de obra y existencias en inventario de una compañía o departamento, que concuerdan con los pronósticos de la demanda y las restricciones de capacidad. El plan de ventas y operaciones es progresivo y gradual, lo que significa que está proyectado para abarcar varios períodos en el futuro.

Según Schroeder, Golstein, y Rungtusanatham, (2008) el Plan de Ventas y operaciones es un proceso que consiste en acoplar la oferta de la producción con la demanda a un mediano plazo.

Para Torres Cabrera y Urquiaga Rodríguez, (2007) la planificación agregada de la producción, que clasifica en el subsistema global, está referida a la relación entre la oferta y la demanda de producción a mediano plazo.

Especialistas en el tema como Chase, et al., (2009) plantean que la planeación de ventas es un proceso que ayuda a ofrecer un mejor servicio al cliente, manejar un inventario más bajo, ofrecer al cliente tiempos de entrega más breves, estabilizar los índices de producción y facilitar a la gerencia el manejo del negocio. El proceso se basa en el trabajo de equipo entre los departamentos de ventas, operaciones, finanzas y desarrollo de productos. Está diseñado para ayudar a una compañía a equilibrar la oferta y la demanda y mantenerlo a través del tiempo. Además

plantean que el plan agregado especifica la combinación óptima de la tasa de producción, el nivel de la fuerza de trabajo y el inventario disponible. Donde:

- Tasa de producción: cantidad de unidades terminadas por unidad de tiempo.
- Nivel de la fuerza de trabajo: número de trabajadores necesarios para la producción (producción = tasa de producción\*nivel de la fuerza de trabajo)
- Inventario disponible: inventario sin usar que es arrastrado del período anterior.

El planeamiento de la producción es la determinación sistemática previa de los fines productivos (productos y servicios) y de los medios (métodos y procedimientos) necesarios para la consecución de esos fines de la manera más económica. Esto supone además el gasto eficaz de la combinación de tiempo, energía humana y recursos materiales, Colectivo de autores, (1972).

La planeación agregada se refiere a la adjudicación de las diversas fuentes de capacidad a la demanda para algún nivel de planeamiento (Buffa y G, 1984).

El autor Companys Pascual, (1989) le llama planificación de operaciones y considera que establece un plan maestro de producción que indica cuáles son los productos a elaborar y cuando deben estar disponibles.

Según Monks, (1994) es el proceso de planeación de la cantidad y cronología de la producción sobre un rango intermedio entre tres meses y un año, donde se ajusta la tasa de producción, empleo, inventarios y otras variables controlables.

La planeación agregada consiste en planear una producción deseada en un plazo intermedio de tres meses a un año, con alguna unidad de medida lógica común, donde se determinará los niveles de fuerza laboral, tiempo extra, niveles de inventario para minimizar costos (Narasimhan, McLeavy, y Billington, 1996).

La planeación agregada es el proceso de balancear la producción con la demanda en un horizonte de tiempo entre seis y doce meses (Moreira, 1996).

La planeación agregada aborda el problema de decidir cuántos empleados debe ocupar una empresa, y para una compañía manufacturera, la cantidad y mezcla de productos que debe producir (Nahmías, 2007).

El autor coincide con el concepto dado por Moreira, (1996) al establecer que la planeación agregada es el proceso de balancear la producción con la demanda en un horizonte de tiempo entre seis y doce meses.

### 1.3.1 Características de la Planeación Agregada de la Producción

La PAP, como todo proceso de gestión, presenta peculiaridades que la distinguen de otros procesos empresariales.

Las características fundamentales de la planeación agregada desde la perspectiva de varios autores como Schroeder, et al., 2008; Torres Cabrera y Urquiaga Rodríguez, (2007) son:

- Un horizonte de tiempo de aproximadamente 12 meses, con una actualización del plan en una base periódica, tal vez en forma mensual.
- Un nivel agregado de demanda por una categoría o un número pequeño de categorías de productos. Se supone que la demanda es fluctuante, incierta o estacional.
- La posibilidad de cambiar las variables tanto de oferta como de demanda.
- Una variedad de objetivos de la administración que podrían incluir inventarios bajos, buenas relaciones laborales, costos bajos, flexibilidad para incrementar los niveles futuros de producción y buen servicio a los clientes.
- Instalaciones que se consideran fijas y que no pueden ampliarse o reducirse.

Según Nahmías, (2007) las características fundamentales son:

- **Suavizamiento.** Se refiere a los costos que resultan de cambiar los niveles de fuerza de trabajo de un período al siguiente. Dos de los componentes de los costos de suavizamiento son resultados de contratar y despedir trabajadores. La metodología de la planeación agregada requiere especificar esos costos.
- **Cuellos de botellas:** se entiende por cuello de botella la incapacidad del sistema para responder a cambios repentinos en la demanda.
- **Horizonte de planeación:** el número de períodos para los que se debe pronosticar la demanda y por consiguiente la cantidad de períodos para los que se van a determinar los niveles de fuerza de trabajo y de inventarios.

Autores como Domínguez Machuca, et al., (1995b) hacen alusión a las unidades de medida para la agregación y el horizonte de tiempo.

- **Unidades de medida de agregación**

Ha de tenerse en cuenta que el Plan Agregado debe servir, entre otras cosas, para facilitar la comunicación y coordinación entre la alta Dirección y el Departamento de Producción, así como este último y el resto de las áreas funcionales. Debido a ello, es importante que las unidades empleadas sean significativas y agregadas, de forma tal que el Plan Agregado sea manejable y fácilmente comprensible por los distintos directivos de la firma.

- **Horizonte de planificación**

Está subdividido en períodos de tiempo llamados cubos de tiempo. Puede decirse que generalmente, se acepta un horizonte comprendido entre 6 y 18 meses, subdividido en meses o trimestres.

De forma general se puede decir que las características fundamentales de la planeación agregada son:

- Horizonte de planificación entre seis y 18 meses con cubos de tiempos de uno y tres meses.
- Se planifican los productos por familias en unidades significativas y entendibles.
- Se planifica la fuerza de trabajo de forma agregada, según su nivel de flexibilidad.
- Existe la posibilidad de variar la oferta, la demanda o ambos.
- No es posible incrementar capacidades a través del redimensionamiento de las instalaciones.
- Se planifica con más de una meta u objetivo (inventarios, clientes, etc.).

### **1.3.2 Objetivo de la Planeación Agregada de la Producción**

El objetivo fundamental de la planeación agregada es establecer un equilibrio entre la oferta y la demanda (Moreira, 1996).

El objetivo general según Chapman, (2006) de desarrollar una buena Planificación de Ventas y Operaciones consiste en encontrar la mejor alternativa para alinear

los recursos y cumplir la demanda esperada bajo ciertas condiciones de operación.

Para Nahmías, (2007) el objetivo fundamental de la planeación agregada es balancear las ventajas de producir para cumplir con la demanda tan exactamente como sea posible y los problemas causados por el cambio de los niveles de producción. En la práctica esto se traduce en precisar la cantidad de trabajadores que deben emplearse y la cantidad de unidades agregadas que se necesitan producir en cada uno de los períodos de planeación.

El objetivo de equilibrar es también propuesto por Schroeder, et al., (2008) que plantean que el Plan de Ventas y operaciones es un proceso que consiste en acoplar la oferta de la producción con la demanda a un mediano plazo.

### **1.3.3 Costos de la Planeación Agregada de la Producción**

En una empresa industrial pueden distinguirse tres funciones básicas: producción, ventas y administración. Para llevar a cabo cada una de estas tres funciones la empresa tiene que efectuar ciertos desembolsos por pago de salarios, arrendamientos, servicios públicos, materiales, etc. Estas erogaciones reciben, respectivamente, el nombre de costos de producción, gastos de administración y gastos de venta, según la función a que pertenezcan (Cadavid Fonnegra, 2008).

Los costos de la planeación agregada están estrechamente vinculados a las estrategias seleccionadas. Cada estrategia genera decisiones específicas sobre los recursos y la demanda que traen consigo costos de importancia para la empresa.

Los autores Narasimhan, et al., (1996) tratan los costos siguientes:

1. Costo del tiempo extra y de la nómina regular. Estos se deben en gran medida al salario de los trabajadores a tiempo completo.
2. Costo por cambiar la tasa de producción. Estos se deben fundamentalmente a los cambios en el tamaño de la fuerza laboral.
3. Costos de inventarios, de órdenes pendientes y faltantes. El costo anual de llevar inventario por lo regular varía de 5 a 50% del valor de las partidas. En el caso de los faltantes o ventas perdidas es muy difícil de estimar su costo.

#### 4. Costos de subcontratación.

Menciona Nahmías, (2007) varios costos:

1. Costo de suavizamiento. Es el costo en que se incurre al cambiar los niveles de producción de un período a otro.
2. Costos por mantener inventario. Fundamentalmente cuando se decide estabilizar o equilibrar con inventarios.
3. Costos por faltantes. El costo por no disponer de inventario en un momento necesario.
4. Costo de tiempo regular. Costo por producir en horas normales de trabajo.
5. Costos de tiempo extra y subcontratación. Costo por producir fuera del tiempo normal establecido y costo por adquirir los productos de un proveedor respectivamente.
6. Costo de tiempo libre. Se refiere a la subutilización.

Autores como Schroeder, et al., (2008) hacen mención a dos grupos de costos: costos de mano de obra y costos de inventario. A continuación se muestran:

#### Mano de obra

1. Costos por contratación y despidos. Costos de reclutamiento, selección y capacitación fundamentalmente.
2. Costos por tiempo extra y tiempo reducido. Sueldos regulares más una prima por tiempo extra.
3. Costos de subcontrataciones. Precio que se paga a otra empresa por la producción de las unidades.
4. Costos de la mano de obra de tiempo parcial. Debido a las diferencias en los beneficios y las tasas por hora, los costos de la mano de obra de tiempo parcial generalmente son inferiores al costo de la mano de obra regular.

#### Inventario

5. Costos del mantenimiento del inventario. Costo de capital, costo de obsolescencia, deterioro.
6. Costos de faltantes de inventario o de pedidos atrasados. El costo de un faltante de inventario debe reflejar el efecto de una reducción en el servicio al cliente.

A partir del criterio de los autores consultados, los costos relevantes de la Planeación Agregada de la Producción se pueden resumir en:

- Costos de mano de obra. Estos incluyen sueldos regulares, tiempo extra y subutilización o tiempo libre, así como los costos asociados al cambio de niveles de producción: contratación, capacitación y despidos.
- Costos de subcontratación.
- Costos de inventario.
- Costos por faltantes y atrasos.

Se puede decir que los costos asociados a la planeación agregada de la producción clasifican como costos de producción mixtos, según los criterios de Cadavid Fonnegra, (2008).

#### **1.3.4 Métodos de la Planeación Agregada de la Producción**

Los métodos de PAP se muestran en la literatura especializada por varios autores, por ejemplo, Buffa y G, (1984) plantean que los métodos para la planeación de la producción son de tres tipos: las que garantizan reglas de decisión matemáticamente óptimas respecto del modelo, las basadas en reglas heurísticas y las que emplean métodos de búsqueda con computadora. Los métodos de regla de decisión matemáticamente óptima producen decisiones óptimas para el modelo, no obstante, generalmente el modelo se basa forzosamente sobre una estructura simplificada de los complejos problemas del mundo real. Los métodos heurísticos y de búsqueda por computadora permiten una representación muy realista del problema real aunque no brindan una garantía de solución óptima, ejemplo de estos son:

Reglas de decisión del óptimo matemático

Programación Lineal

Reglas heurísticas de decisión

Regla de búsqueda para decisión SDR

El autor Companys Pascual, (1989) menciona los métodos heurísticos, fundamentalmente los métodos gráficos y tabulares, por ejemplo las tablas de costos.

Para Domínguez Machuca, et al., (1995b) se clasifican en tres grupos los métodos o modelos para la planeación agregada:

- Intuitivos o de prueba y error, que constituyen según el autor, la aproximación más utilizada en la práctica.
- Analíticos, que se basan en modelos matemáticos de dos tipos: Basados en la programación matemática que buscan una solución óptima, y los heurísticos que persiguen llegar a una solución juzgada satisfactoria.
- Simulación, normalmente por ordenador.

Los autores Narasimhan, et al., (1996) agrupan los métodos para tratar la planeación agregada de la siguiente forma:

- Métodos no cuantitativos o intuitivos. El plan previo se ajusta hacia arriba o hacia abajo con el fin de satisfacer la situación actual. Este método no es aceptado.
- Métodos gráficos y de diagramación. Son fáciles de comprender y convenientes. Funcionan con varias variables a la vez, con base en la prueba y el error. Requieren un mínimo esfuerzo de cálculo.
- Programación matemática y métodos tabulares. Modelos tradicionales de programación matemática donde hace énfasis en el modelo de transporte.
- Regla de decisión lineal. Es un método sencillo cuando los costos se pueden estimar por medio de funciones cuadráticas en forma de U.
- Modelo del coeficiente de la gerencia. Utiliza el análisis estadístico de la regresión. Incorpora decisiones gerenciales previas.
- Métodos de búsqueda directa y simulación. Se utilizan para buscar soluciones óptimas en una superficie de respuesta.

Los autores Gaither y Frazier, (2000) resumen los métodos de planeación agregada y plantean tres tipos de modelos:

- Programación lineal
- Reglas lineales de decisión (LDR)
- Búsqueda por computadora

Según Heizer y Render, (2004) coinciden con la clasificación dada por Domínguez Machuca, et al., (1995b). Es más específico al hablar de las técnicas gráficas y diagramas como una opción en el grupo de intuitivos o de prueba y error.

Hacen la sugerencia Mula Bru, Poler Escoto, y Lario Esteban, (2002) de cinco grupos de modelos matemáticos para la Planeación Agregada:

- Programación estocástica (PE)
- Teoría de los conjuntos difusos
- Programación dinámica
- Modelos de simulación

De forma general, los métodos para la Planeación Agregada se resumen en:

- Prueba y error. Métodos gráficos.
- Analíticos. Optimización determinística, estocástica y heurísticos.
- Modelos de Simulación.
- Teoría de Conjuntos Difusos.

### 1.3.5 Estrategias de Planeación Agregada de la Producción

Las estrategias de planeación agregada de la producción están condicionadas por los intereses económicos, la situación sociopolítica de la organización y su entorno, así como la competencia y otras variables importantes como la estrategia corporativa.

Para Monks, (1994) las estrategias son puras o combinadas. En las **puras** menciona:

- Variación en la fuerza de trabajo
- Tiempo extra y tiempo ocioso
- Variación en los niveles de inventario
- Aceptación de reproceso
- Subcontratación
- Utilización de la capacidad

Considera que las actividades no productivas utilizan más la administración de la demanda debido a que no tienen disponible la estrategia de inventario.

Cada estrategia ofrece ventajas y costos como los de capacitación, despido, honorarios y sueldos adicionales por tiempo extra. En el caso del reprocesamiento de productos, demora la entrega de pedidos normales, puede dar por resultado el quedarse sin inventarios y perder clientes.

En el caso de estrategias **combinadas** considera que puede proporcionar la mejor solución y aunque existen numerosas combinaciones de estrategias, las realidades de la situación limitan el número de soluciones prácticas.

Para Narasimhan, et al., (1996) consideran dos grupos:

Estrategias puras

- **Cambio en los niveles de inventario:** acumulación de inventarios durante los períodos inactivos de la demanda para satisfacer esta última en los períodos picos.
- **Cambio en los niveles de fuerza de trabajo:** cambiar el tamaño de la fuerza laboral mediante la contratación o el despido para igualar el índice de producción de modo que se cubra la demanda con exactitud.
- **Subcontratación:** subcontratar mano de obra en los períodos de demanda más elevada. Ofrece el peligro potencial de abrir las puertas a la competencia.
- **Influencia en la demanda:** ya que la demanda cambiante es una fuente de problemas para la planeación agregada, la gerencia puede decidir influir en el patrón de la demanda.

Estrategias combinadas

Consiste en la combinación de dos o más variables controlables para llegar a un plan de producción factible.

Según Moreira, (1996) concibe dos alternativas: influir sobre la demanda o influir sobre la producción. Para cada una propone varias estrategias.

**Influir sobre la demanda:**

El propósito fundamental es incrementar o disminuir la demanda a conveniencia de la empresa.

- Propaganda.
- Promociones y precios diferenciados.
- Demoras en la liberación de los productos.

- Desarrollo de productos complementarios.

### **Influir sobre la producción:**

El propósito fundamental es igualar las capacidades productivas a la demanda establecida.

- Contratación y despidos de empleados.
- Laborar horas extras.
- Inventarios.
- Subcontratación.

Autores como Domínguez Machuca, et al., (1995b) consideran las estrategias en dos grupos:

- **Estrategia de caza:** La meta es ajustarse a la demanda. La producción planificada debe satisfacer período a período las necesidades. Para ello pueden utilizarse varias vías tales como contratación, despidos, horas extras, subcontratación. Una característica básica y positiva de esta estrategia es la de intentar conseguir flexibilidad frente a los cambios de la demanda y mantener un bajo nivel de inventario, pues esta última variable no se utiliza como instrumento. Un aspecto negativo es la inestabilidad que genera en la producción con todo lo que ello conlleva.
- **Estrategia de nivelación:** Se encuentran dos tipos dentro de esta estrategia. *Mantener constante la mano de obra*, donde se deja invariable la producción regular por período (derivado del trabajo en jornada regular) aunque para hacer frente a variaciones en las necesidades, la producción total puede cambiarse a través de distintas opciones, tales como contratación eventual, retrasos en la entrega, horas extras y otros. *Mantener constante la producción total por período*, donde las variaciones se absorben a través de los inventarios, subcontratación o retrasos en la entrega.

Los autores Gaither y Frazier, 2000; Heizer y Render, (2004) coinciden en que las estrategias básicas son nivelación y seguimiento, a estas les llama: Nivelar Capacidad y Coincidir con la demanda, respectivamente.

Para nivelar la capacidad plantea que puede ser:

- Amortiguamiento a través de inventarios. Si una empresa se dedica a producir para inventarios, el inventario de productos terminados amortigua la diferencia entre la demanda variable y la capacidad de producción constante.

La ventaja fundamental de nivelar con inventarios, para Gaither y Frazier, (2000), es que promueve bajos costos de producción, motivado por: eliminación de costos de contratación, capacitación y despido de trabajadores, se minimiza el costo de ubicar y desarrollar nuevas fuentes de suministro de materiales, sólo se utiliza la maquinaria de producción más eficiente, bajos costos de mano de obra y materiales ya que la operación rítmica del sistema de producción elimina las paradas y arrancas continuas en las operaciones, se simplifica la supervisión y se reducen los porcentajes de desperdicios porque los trabajadores adquieren experiencia en sus puestos.

- Amortiguamiento con pedidos pendientes. En empresas que producen sobre pedido, los pedidos pendientes de fabricar tienen como propósito amortiguar la diferencia entre una tasa variable de demanda y una tasa constante de producción. Una lista de pedidos de clientes pendientes, es simplemente una pila de pedidos de clientes recibidos, pero todavía no producidos ni embarcados.
- Amortiguamiento con tiempo extra o subcontratación. Otra estrategia para la planeación de la capacidad agregada es utilizar la mano de obra en tiempo ordinario para proporcionar durante el horizonte de planeación la capacidad de producción igual a la tasa mínima pronosticada de demanda. El tiempo extra o subcontratación se utilizarán para suministrar cualquier demanda por encima de este mínimo.

Para Chapman, (2006) el objetivo general de desarrollar una buena Planificación de Ventas y Operaciones consiste en encontrar la mejor alternativa para alinear los recursos y cumplir la demanda esperada bajo ciertas condiciones de operación. A menudo mejor significa un intento por maximizar las utilidades de la compañía, pero pueden establecerse otras condiciones para definir el término en el contexto del plan estratégico de la empresa. Ejemplos de dichas condiciones pueden ser:

- Intentar satisfacer toda la demanda esperada del cliente
- Intentar minimizar la inversión en inventarios
- Intentar minimizar el impacto adverso en las personas, acompañado muchas veces por volatilidad de la fuerza de trabajo a causa de despidos frecuentes.

Muchas veces resulta imposible establecer condiciones perfectas de modo que es importante comprender estos criterios basados en disyuntivas cuando el plan se encuentra en desarrollo.

Suelen emplearse tres categorías generales de estrategias. Estas son:

- **Nivelación:** Como indica su nombre, en esta estrategia de planificación se establece un nivel determinado de recursos, lo cual implica que la demanda fluctuará alrededor de su disponibilidad o, en su defecto, se harán intentos por alterar los patrones de demanda para que se ajusten de manera más efectiva a los recursos establecidos. Este método tiende a ser más común en ambientes donde resulta difícil o demasiado costoso alterar los recursos. Los ejemplos incluyen: prestadores de servicios profesionales, hoteles y aerolíneas, algunas áreas de manufactura como la industria química.

El atractivo de las estrategias de nivelación radica en que suelen proporcionar entornos de producción muy estables, sin embargo, si la demanda normal del mercado no se nivela en un entorno libre de influencias, tales estrategias tienden a presionar a ventas y marketing para que adecuen los patrones de demanda. La única alternativa es acumular inventario en tiempos de baja demanda, y utilizarlo cuando la demanda aumente.

- **Seguimiento:** Esta estrategia representa el otro extremo, ya que no busca alterar la demanda sino los recursos. De hecho, en un entorno puro de seguimiento los recursos se incrementan o reducen de manera continua, ajustándose a una demanda que fluctúa bajo las condiciones del mercado. Así como este método puede considerarse opuesto al de nivelación, las características típicas de los entornos donde las estrategias de seguimiento son atractivas o constituyen la única alternativa, también son completamente distintas. Estos suelen ser entornos en los que alterar la demanda es difícil o imposible, y donde hay disponibilidad de métodos simples y/o pocos costosos

para alterar la base de recursos. Algunos ejemplos serían: proveedores de nivel intermedio, la industria de servicio donde la demanda es muy difícil de predecir, tiendas de abarrotes y bancos.

- **Combinación:** Esta estrategia es, por mucho, el más común. Como indica su nombre, las compañías que utilizan esta estrategia, mezclan y ajustan, alteran la demanda y los recursos, de manera que se maximice el desempeño según sus criterios establecidos, que incluyen utilidades, inversión en inventarios e impacto sobre la gente.

Los autores Krajewski, et al., (2008) proponen dos grupos de alternativas para la Planeación Agregada. Las alternativas reactivas que incluyen: inventario de previsión, ajuste de fuerza de trabajo a través de contrataciones y despido, utilización de fuerza de trabajo con tiempo extra o tiempo improductivo, programación de vacaciones, subcontratistas, acumulación de pedidos, pedidos atrasados y desabasto.

Las alternativas dinámicas que incluyen: productos complementarios y creatividad en los precios.

En cuanto a las estrategias, a la estrategia de seguimiento o caza, le denomina estrategia de persecución.

La estrategia de nivelación la subdivide en dos estrategias:

- **Estrategia al nivel de utilización:** Consiste en mantener constante la fuerza de trabajo (salvo, posiblemente, al principio de horizonte de planificación), pero varía su utilización para acoplarse al pronóstico de la demanda por medio del tiempo extra, el tiempo improductivo (con o sin goce de sueldo) y la planificación de las vacaciones (es decir, pagadas cuando la demanda es baja). Una fuerza de trabajo constante puede dimensionarse en muchos niveles: los gerentes pueden decidir mantener una fuerza de trabajo grande para minimizar el uso planeado del tiempo extra durante los períodos pico (lo que, por desgracia, también maximiza la necesidad de tener tiempo improductivo durante los períodos de poca actividad). Por otra parte, pueden optar por mantener una fuerza de trabajo más pequeña y depender en gran

medida del tiempo extra durante los períodos pico (lo que ejerce presión sobre la fuerza de trabajo y pone en peligro la calidad)

- **Estrategia al nivel de inventario:** Consiste en mantener constante tanto la tasa de producción como la fuerza de trabajo (salvo, posiblemente, al principio de horizonte de planificación). La variabilidad de la demanda se maneja con los inventarios de previsión, pedidos atrasados y desabasto.

Para Schroeder, et al., (2008) de forma similar a Krajewski, et al., (2008), plantean que el proceso de la planeación de las ventas y de las operaciones puede aclararse a través de dos grupos de decisiones:

- Las que modifican la demanda, que incluye fijación de precios, publicidad y promoción, reservaciones o pedidos pendientes de cumplir, desarrollo de ofertas complementarias.
- Las que modifican la oferta, que incluye contratación y despido de empleados, uso de tiempo extra y de tiempo reducido, uso de la mano de obra de tiempo parcial o de forma temporal, mantenimiento de inventario, subcontrataciones y acuerdos cooperativos.

En cuanto a las estrategias, coincide con la mayoría de los autores en que son dos estrategias puras:

- **Estrategia perfectamente nivelada:** el tamaño de la fuerza de trabajo y la tasa de producción a tiempo regular son constantes. Las variaciones en la demanda son absorbidas con inventarios, tiempo extra, trabajadores temporales, subcontrataciones.
- **Estrategia de persecución de la demanda:** el tamaño de la fuerza laboral se modifica con el fin de satisfacer la demanda. En esta estrategia no es necesario llevar inventarios, la fuerza de trabajo absorbe las variaciones de la demanda.

Los autores Chase, et al., (2009) plantean que en esencia existen tres estrategias de planeación de la producción:

- **Estrategia de ajuste:** Consiste en igualar el índice de producción con el índice de empleados contratados y despedir empleados conforme varía el índice de pedidos. El éxito de esta estrategia depende de tener un grupo de candidatos a

los que se les pueda capacitar con rapidez y de donde tomar empleados cuando el volumen de pedidos aumente.

- **Fuerza de trabajo estable, horas de trabajo variables:** Consiste en variar la producción con el ajuste del número de horas trabajadas por medio de horarios de trabajo flexible u horas extras. Esta estrategia ofrece continuidad a la fuerza de trabajo y evita los costos de contratación y despido.
- **Estrategia de nivel:** Mantener una fuerza de trabajo estable con un índice de producción constante. La escasez y el superávit se absorben mediante la fluctuación de los niveles de inventario, los pedidos acumulados y las ventas perdidas.

A manera de resumen, los gerentes de operaciones disponen de dos alternativas cuando de estrategia de Planeación Agregada se trata:

- Actuar sobre la demanda (estrategia de nivelación y/o mixta). El propósito es variar esta última para adaptarla a la oferta o capacidades disponibles.
- Actuar sobre las capacidades (estrategia de seguimiento y/o mixta). Se busca modificar esta para adaptarse a la demanda.

La literatura muestra tres tipos de estrategias fundamentales de Planeación Agregada:

- **Nivelación:** La fuerza de trabajo y la tasa de producción a tiempo regular es constante. La demanda fluctúa alrededor de la disponibilidad de recursos y la fluctuación es absorbida por inventarios y otras alternativas.
- **Caza o seguimiento:** La fuerza de trabajo sufre variaciones para satisfacer la demanda.
- **Mixta o combinada:** Tanto la demanda como los recursos sufren variaciones.

Para las diferentes estrategias se utilizan un grupo de tácticas como la contratación y despido de personal, subcontratación, horas extras, subutilización, creatividad en los precios, productos complementarios y creación de inventarios.

#### 1.4 Cadenas de Suministro

El gobierno cubano ha trazado políticas que favorecen y estimulan el enfoque de cadenas para la gestión, como punto de partida para el nuevo modelo económico en el país.

Para Torres Gemeil, Daduna, & Mederos Cabrera, (2007) una cadena de suministro es la integración de las empresas que participan en la producción, distribución, transportación, manipulación, almacenamiento y comercialización de un producto y sus componentes en función de optimizar utilidades y satisfacción al cliente.

Las decisiones relacionadas a la cadena de suministro caen dentro de tres fases: Diseño de la estrategia de la Cadena de Suministro, Planeación de la Cadena de Suministro, Operación de la Cadena de Suministro. Dos formas de ver la cadena de suministro es por ciclos o por Empujar/Jalar. Si se ve por ciclos existe el ciclo del cliente, el del minorista, el del distribuidor, el del manufacturero y el del proveedor. Si se ve por Empujar/Jalar, los procesos en la cadena de suministro se dividen en dos: aquellos que funcionan con la lógica de empujar y aquellos que funcionan con la lógica de jalar. Los procesos dentro de la cadena de suministro se pueden clasificar en tres macroprocesos: Administración de la Relación con el Cliente, Administración Interna de la Cadena de Suministro, Administración de las Relaciones con los Proveedores Chopra y Meindl, (2004).

Los tres aspectos primarios de la estructura de la red de una compañía son:

- Los integrantes de la cadena de suministro.
- Las dimensiones estructurales de la red.
- Los diferentes tipos de vínculos de los procesos a través de la cadena de suministro.

La Gestión de la Cadena de Suministro [del inglés: Supply Chain Management (SCM)] constituye una filosofía que busca sincronizar totalmente los eslabones de la misma. Es la estrategia a través de la cual se gestionan todas las actividades y las empresas de la Cadena de Suministro en función de un beneficio global, donde cada empresa no debe buscar su desempeño óptimo individual sino aquel que se traduzca en el desempeño óptimo de la cadena Torres Gemeil, et al., (2007).

## 1.5 Cadenas Lecheras

La leche es un bien cuya producción se encuentra diseminada por amplias regiones del mundo, se produce en el 85% aproximadamente de los países del planeta.

Por continentes, Europa es el principal productor de leche cruda. En el 2002 participó con el 42% del total mundial (210 millones de toneladas), seguido de América con el 29% (142,8 millones de toneladas), Asia 21%, Oceanía 5% y África 4%. Sin embargo por países, el principal productor mundial de leche fresca es Estados Unidos con participación del 15,3 % (75 millones de toneladas), más del doble de lo obtenido por su más cercano competidor, India con 6,9%, seguido de Rusia 6,5%, Alemania 6%, Francia 5%, y Brasil 4%. Colombia se ubica en el puesto 22 con una producción cerca de los 5.750 miles de toneladas correspondiente al 1,2% de la producción mundial, seguido de Brasil y Argentina son los más importantes productores de leche fresca de América del sur. Además son importantes las producciones de Nueva Zelanda y Australia, por el mayor crecimiento presentado en los últimos doce años ya que cuentan con óptimas condiciones agroecológicas para la producción, en conjunto crecieron un 5%. Los países que han tenido un crecimiento representativo en los últimos diez años han sido India con el 4,1% y Brasil con el 3,8%.

La leche fresca, por ser un producto perecedero, y que su transporte acarrea altos costos, se produce para ser comercializada fundamentalmente a nivel interno, y se dirige a suplir la demanda de los procesadores del producto, pues no es apta para el consumo humano directo. Esto explica, que el comportamiento de las variables producción y consumo tengan grandes similitudes en el contexto mundial (Beltrán Sánchez, 2004).

Las Cadenas Lecheras en Cuba tienen cinco eslabones principales, como son: producción primaria, acopio, procesamiento, distribución y comercialización interna y externa:

- **Producción primaria:**

La base productiva del país está compuesta por:

a) **sector estatal:** 212 Granjas

b) **sector no estatal:** 504 UBPC, 209 CPA, 275 CCS y productores privados dispersos (campesinos).

- **Acopio:**

En este momento se lleva a cabo dos formas de traslado de la leche en el país:

- **Acopio:** referido al realizado directamente por la industria láctea mediante su propio parque de transporte (deficiente actualmente).
- **Acarreo:** referido al traslado de la leche desde la finca o unidad, a veces localizadas en zonas de difícil acceso, hasta una bodega, tienda, centro de recepción o acopio intermedio para la industria, empleando medios de tracción animal o tractores.

En la actualidad, la mayoría de la leche (más del 85%), se acopia caliente y utilizando recipientes no apropiados para tal uso (tanques de alevines, tanques plásticos, etc.), afectándose la calidad del producto.

- **Procesamiento:**

En el presente la industria está formada por 17 empresas estatales localizadas a lo largo de todo el país, con 84 plantas industriales de procesamiento. Se dispone de una fuerza de trabajo de 17500 trabajadores.

Principales producciones: leche pasteurizada (131 millones de litros), helados (15 millones de galones), quesos (16000 t), mantequilla (500 t), leche en polvo re-ensada (30000 t), yogur natural (18000 t) y yogur de soya (160 millones de litros).

Estos niveles de producción son insuficientes para cubrir la demanda, por lo que es necesario importar grandes cantidades de productos lácteos.

- **Distribución:**

La venta de más del 80% del total de producción primaria de leche se encuentra regulada mediante contratos entre los productores y entidades estatales.

Los productos lácteos (incluyendo la leche fresca cruda) tienen 4 destinos principales para su comercialización, los que involucran dos tipos de monedas en circulación.

Se comercializan en moneda nacional (pesos cubanos), los que se expenden en bodegas, tiendas y mercados estatales para distribución normada (canasta básica)

así como los enviados a hospitales, escuelas, círculos infantiles, comedores obreros (consumo social) y a la red de cafeterías, restaurantes y tiendas subordinados al Ministerio de Comercio Interior.

Se comercializan en divisas los enviados a cadenas de tiendas para recaudación de divisas y hoteles e instalaciones fundamentalmente subordinados al Ministerio del Turismo y otros.

La industria se encarga de la distribución de sus producciones (fundamentalmente leche pasteurizada en bolsas, yogurt natural o saborizado, quesos varios, helados y mantequilla) mediante su propio parque de transporte, hasta los cuatro destinos principales.

Los acarreadores privados son los responsables de la entrega directa de leche fresca (cruda) para su comercialización en bodegas y tiendas de la canasta básica. La falta de condiciones adecuadas de los medios de transporte disponibles se traduce en roturas de los mismos durante la distribución de los productos terminados, y por tanto demoras en la distribución y/o afectaciones de calidad de los productos, con las consecuentes pérdidas económicas que ello conlleva.

- **Comercio interno:**

La infraestructura comercial de la industria y del comercio (mercados, cafeterías, restaurantes, etc.) no respalda los niveles de venta de los productos que demandan refrigeración y/o congelación, no asegurándose la conservación de la calidad durante el proceso distribución y comercialización hasta llegar al consumidor final.

Los productos lácteos representan el 9.1% en la circulación mercantil, como se puede observar en el gráfico 1.1.

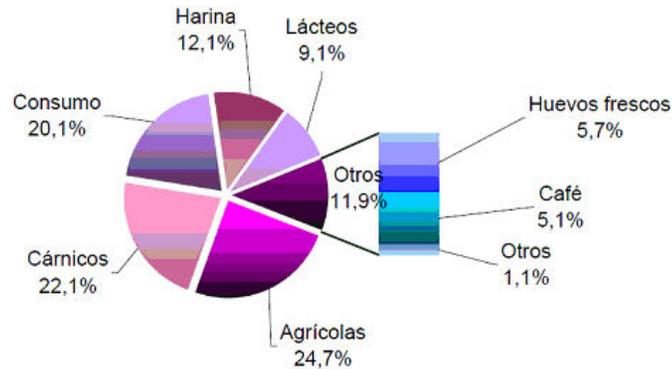


Gráfico 1.1 Productos lácteos en la estructura de circulación mercantil mayorista. Fuente: Rivera Rojas y Rodríguez Mendoza, (2011).

- **Comercio externo:**

En la actualidad las exportaciones anuales de productos lácteos son de 400.000 pesos y las importaciones por más de 200 millones de pesos.

La importación más importante es la leche en polvo, (incremento anual en valores de un 14% como promedio), lo que ha estado influenciado por el aumento de costos de importación de ese producto, no así por los volúmenes importados Rivera Rojas y Rodríguez Mendoza, (2011).

### 1.5.1 Estrategias de PAP en Cadenas Lecheras

Como se puede apreciar en la página 3 de este documento, perteneciente a la introducción, una de los problemas encontrados en las Cadenas Lecheras cubanas, específicamente en la de Sancti Spíritus es la débil conexión de la PAP entre los eslabones. Las estrategias de PAP se seleccionan empíricamente y sin tener en cuenta los intereses y condiciones de la cadena.

El estudio de la literatura especializada muestra los principales aportes y limitaciones de los modelos de la PAP consultados, y se pudo corroborar que a pesar de los resultados, todavía no satisfacen las exigencias y condiciones de las cadenas productoras de leche en el entorno empresarial cubano.

Un análisis realizado, a 139 tesis doctorales defendidas en el país, muestra que solo una trabaja la PAP, donde su aporte se centra en procedimientos de planeación para las PYMES en Colombia, ocho tesis abordan directamente la Administración de Operaciones pero no realizan aportes a la PAP, trece tesis

abordan la cadena de suministro sin embargo no aportan a la PAP, cuatro tesis se desarrollan en el sector de los alimentos pero específicamente en la producción de azúcar. Del estudio de un grupo de tesis doctorales extranjeras se obtiene que: tres aportan a la PAP fundamentalmente en los métodos matemáticos y cuatro tesis doctorales desarrollan la actividad ganadera pero ninguna aporta a la PAP. La revisión de publicaciones relacionadas con la PAP demostró que los mayores aportes se encuentran en la creación y/o aplicación de modelos matemáticos de programación lineal, lógica difusa y otros, que tributan directamente a los métodos de la PAP.

De las publicaciones consultadas se pudo comprobar que los aportes en el tema de la PAP son fundamentalmente en los modelos matemáticos. Esto se observa en la tabla 1.1.

Tabla 1.1. Resultados generales de la consulta a la literatura especializada sobre la PAP. Elaboración propia.

<b>CLÁSICOS</b>	
(Colectivo de autores, 1972; Buffa y G, 1984; Fundora Miranda, Taboada Rodríguez, Cuellar, Urquiaga Rodríguez, y Sánchez Lara, 1987; Companys Pascual, 1989; Vollmann, Lee Berry, y Whybark, 1991; Monks, 1994; Domínguez Machuca, et al., 1995b; Moreira, 1996; Narasimhan, et al., 1996; Gaither y Frazier, 2000; Heizer y Render, 2004; Corrêa y Corrêa, 2006; Chapman, 2006; Nahmías, 2007; Torres Cabrera y Urquiaga Rodríguez, 2007; Schroeder, et al., 2008; Becerra Rodríguez et al., 2008; Krajewski, et al., 2008; Chase, et al., 2009).	Mencionan las estrategias de PAP las describen y las clasifican.
<b>PUBLICACIONES WEB</b>	
(Medina León, Nogueira Rivera, y Pérez Navarro, 2001; Mula Bru, et al., 2002; Hernández Vega y Muñoz Mesa, 2004; Antonio	

<p>García, 2004; Smith Quintero, Correa Espinal, y Aristizábal Alberto, 2004, Mula Bru, Poler Escoto, y García Sabater, 2004a, 2004b; Vergara Portera, 2006; Serrano Lasa, 2007; Dante Boiteux, Corominas Subias, y Lusa García, 2007; Condori Condori, 2007; Becerra Rodríguez, et al., 2008; Soto Henríquez, 2009; Álvarez Uribe, 2009; Arango Serna, Vergara Rodríguez, y Gaviria Montoya, 2009; Fernández Daboin, 2009; Ippolito y Malpica, 2009; Rubinfeld; Sadighian, 2009; Reza Feili, Shakeri Moghaddam, y Zahmatkesh, 2010; Viveros y Salazar, 2010; Gómez Gasquet, 2010; Albormoz y Ortiz-Araya, 2010; Cajamarca Niño, Duarte López, y Varela Morales, 2010; Arango Serna, Urán Serna, &amp; Pérez Ortega, 2010; Dante Boiteux, Foradella, Palma, y Guiñazu, 2010; de la Fuente Gallegos y Santelices Malfanti, 2010; Moya Navarro, 2011; Moreno García y Sáenz Ojeda, 2012; Darío Arango, Cano, &amp; Álvarez, 2012; Corado Ortega, 2012; Latifoğlu, 2012; Aldana Aragón y Ruiz Ruiz, 2013; Villay Pereira, 2013; Medina León, Nogueira rivera, Oviedo Rodríguez, y Hernández Nariño, 2014).</p>	<p>Se trabajan los métodos de PAP fundamentalmente</p>
<p><b>TESIS DOCTORALES NACIONALES</b></p>	
<p>De 139 tesis doctorales consultadas solo una tesis sobre PAP en el año 2001 enfocada a las PYME en Colombia. No ofrece procedimientos para seleccionar estrategias de PAP.</p>	
<p>De 139 tesis doctorales consultadas ocho aportan directamente a la Administración de Operaciones pero no tienen novedad en la PAP</p>	
<p>De 139 tesis doctorales consultadas 13 aportan directamente a la gestión de las cadenas de suministro pero no tienen novedad en la PAP.</p>	

De 139 tesis doctorales consultadas solo cuatro trabajan en el sector de los alimentos, específicamente en la producción de azúcar, pero ninguna realiza aportes a la PAP.

**TESIS DOCTORALES EXTRANJERAS**

De las tesis doctorales consultadas solo tres tienen novedad en la PAP, pero sus aportes se centran en los modelos matemáticos para la PAP.

De las tesis doctorales consultadas solo cuatro trabajan las producciones ganaderas, pero ninguna realiza aportes a la PAP.

En estas consultas y estudios no se encontraron procedimientos para seleccionar estrategias de la PAP en las cadenas de suministro. Los resultados detallados de la consulta a la literatura se muestran a partir del anexo 1 hasta el anexo 7.

## Capítulo II. Procedimiento para seleccionar estrategias de PAP en la Cadena Lechera de Sancti Spíritus.

### 2.1 Introducción

El análisis del marco teórico, los resultados del diagnóstico a la gestión de la cadena lechera en Sancti Spíritus, evidencian la necesidad de un procedimiento con sus respectivas herramientas para la selección de estrategias de PAP que contribuya a la satisfacción de los clientes manifiesto en el equilibrio entre la oferta y la demanda.

En el presente capítulo se muestra una clasificación de las estrategias de PAP, elaborada a partir del criterio de los autores en la literatura especializada. De igual manera, se establecen las variables que dichos autores proponen para el trabajo con las estrategias. Finalmente se muestra el diseño del procedimiento propuesto.

### 2.2 Clasificación de las estrategias de PAP

A partir del trabajo doctoral realizado por Hung Varela, (2014) se obtiene la clasificación de las estrategias de PAP, que tiene como base las diferentes clasificaciones y criterios plasmados en la literatura. Esto se muestra en la figura 2.1 tabla 2.1:

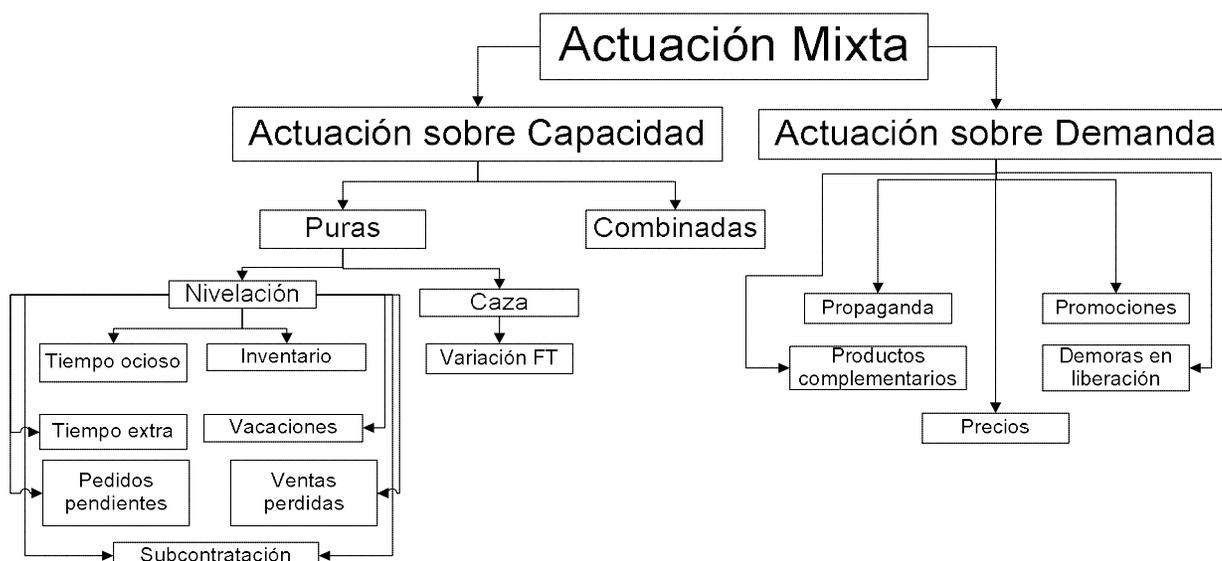


Figura 2.1 Decisiones, estrategias y tácticas de la Planeación Agregada. Fuente: Hung Varela, Medina León, & Comas Rodríguez, (2014).

Tabla 2.1 Decisiones, estrategias y tácticas de Planeación Agregada. Fuente: Hung Varela, et al., (2014).

AUTORES	ACTUACIÓN MIXTA			
	ACTUACIÓN SOBRE LA CAPACIDAD			ACTUACIÓN SOBRE LA DEMANDA
	PURAS		COMBINADAS	
	Nivelación	Caza o Persecución		
<a href="#">Monks, 1994</a>	Tiempo extra y ocioso	Variación Fuerza de Trabajo (FT)		
	Inventario			
	Subcontratación			
	Pedidos pendientes			
<a href="#">Domínguez Machuca, et al., 1995b</a>	Tiempo extra y ocioso	Variación FT		
	Subcontratación	Tiempo extra y ocioso		
	Inventario	Subcontratación		
	Retrasos en entrega			
<a href="#">Narasimhan, et al., 1996</a>	Inventario	Variación FT	Solo se menciona	Solo se menciona
	Subcontratación			
<a href="#">Moreira, 1996</a>	Tiempo extra y ocioso	Variación FT		Propaganda
	Inventario			Promociones y precios diferenciados
	Subcontratación			Demoras en liberación de productos
				Desarrollo de productos complementarios
<a href="#">Gaither &amp; Frazier, 2000;</a> <a href="#">Heizer &amp; Render, 2004</a>	Inventario	Solo se menciona		
	Pedidos pendientes			
	Tiempo extra y ocioso			
	Subcontratación			
<a href="#">Chapman, 2006</a>	Solo se menciona	Solo se menciona	Solo se menciona	
<a href="#">Krajewski, et al., 2008</a>	Tiempo extra y ocioso	Solo se menciona		Productos complementarios
	Vacaciones			Creatividad en los precios
	Inventario			
	Pedidos pendientes			
	Subcontratación			
	Ventas perdidas			
<a href="#">Schroeder, et al., 2008</a>	Tiempo extra y ocioso	Variación FT		Fijación de precios
	Subcontratación			Publicidad y promoción
	Inventario			Productos complementarios
	Acuerdos cooperativos			
<a href="#">Chase, et al., 2009</a>	Tiempo extra y ocioso	Variación FT		
	Inventario			
	Pedidos pendientes			
	Ventas perdidas			

### 2.3 Procedimiento para seleccionar estrategias de PAP en Cadena Lechera de Sancti Spíritus

El procedimiento para la selección de estrategias de PAP que se utiliza en esta investigación es el propuesto por Hung Varela, (2014).

Para la implementación del procedimiento se establecen las siguientes premisas:

- Planificación colaborativa de la cadena.
- Determinada la demanda agregada por eslabón.
- Determinada la capacidad agregada por eslabón.
- Definida la estrategia de capacidad

El procedimiento se muestra en la figura 2.2.

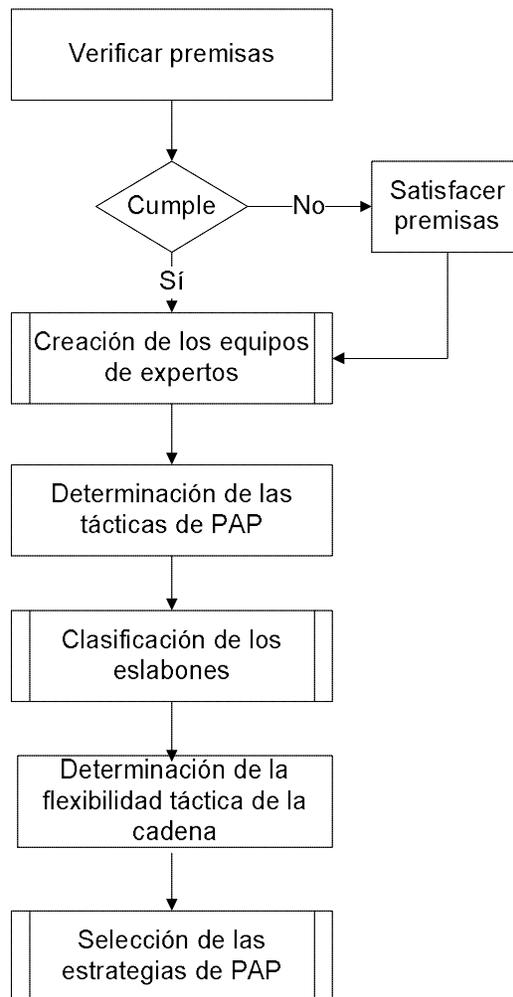


Figura 2.2. Procedimiento para la selección de estrategias de PAP en la cadena lechera de Sancti Spíritus. Fuente: Hung Varela, (2014).

### 2.3.1. Etapa I. Verificación de las premisas

Los directivos implicados de cada eslabón deben realizar sesiones de trabajo para verificar que las premisas se satisfacen. En caso negativo, se deben tomar las medidas necesarias para lograr la satisfacción de las mismas.

### 2.3.2. Etapa II. Creación de los equipos de expertos

En cada eslabón de la cadena debe conformarse un equipo de expertos responsable del desarrollo del procedimiento. A su vez, la totalidad de expertos seleccionados constituirán la población de expertos para la conformación del equipo de expertos de la cadena que mantendrán la conexión entre los equipos de los eslabones a este nivel para la selección de las estrategias a lo largo de la cadena.

Para la selección de los expertos se hará uso del procedimiento trabajado por (Carbonell Duménigo, 2009) en su tesis doctoral. Este procedimiento se observa en la figura 2.3.

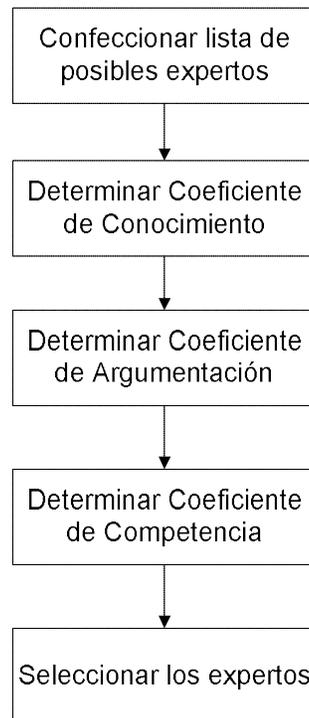


Figura 2.3. Procedimiento específico para la conformación del equipo de expertos. Elaborado a partir de Carbonell Duménigo, (2009).

**Paso1. Confeccionar una lista inicial de personas posibles de cumplir los requisitos para ser expertos en la materia a trabajar**

Se elabora un listado con las personas que tienen potencial para formar el equipo de expertos.

**Paso 2. Determinar coeficiente de conocimiento**

De esta forma se evalúan los niveles de conocimientos que poseen sobre la materia. Para ello se realiza una primera pregunta para una autoevaluación de los niveles de información y argumentación que tienen sobre el tema en cuestión.

En esta pregunta se les pide que marquen con una X, en una escala creciente del 1 al 10, el valor que se corresponde con el grado de conocimiento o información que tienen sobre el tema a estudiar.

Tabla 2.2 Determinación del Coeficiente de Conocimiento

Expertos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1-										
2-										
3-										

Fuente: Carbonell Duménigo, (2009)

A partir de aquí se calcula el **Coeficiente de Conocimiento o Información (Kc)**, a través de  $Kc_j = n / 10$  (0,1)

Donde: Kcj: Coeficiente de Conocimiento o Información del experto “j”

n: Rango seleccionado por el experto “j”

**Paso 3. Determinar coeficiente de argumentación**

Se realiza una segunda pregunta que permite valorar un grupo de aspectos que influyen sobre el nivel de argumentación o fundamentación del tema a estudiar.

Tabla 2.3 Evaluación de fuentes de argumentación

Fuentes de argumentación o fundamentación	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos realizados por usted			
Su experiencia obtenida			
Trabajos de autores nacionales			
Trabajos de autores extranjeros			
Su conocimiento del estado del problema en el extranjero			
Su intuición			

Fuente: Carbonell Duménigo, (2009)

- Se determinan los aspectos de mayor influencia. Las casillas marcadas por cada experto en la tabla se llevan a los valores de una tabla patrón:

Tabla 2.4 Patrones de fuentes de argumentación

Fuentes de argumentación o fundamentación	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos realizados por usted	0.3	0.2	0.1
Su experiencia obtenida	0.5	0.4	0.2
Trabajos de autores nacionales	0.05	0.05	0.05
Trabajos de autores extranjeros	0.05	0.05	0.05
Su conocimiento del estado del problema en el extranjero	0.05	0.05	0.05
Su intuición	0.05	0.05	0.05

Fuente: Carbonell Duménigo, (2009)

Los aspectos que influyen sobre el nivel de argumentación o fundamentación del tema a estudiar permiten calcular el **Coefficiente de Argumentación** (Ka) de cada experto.

$$K_a = \sum_{i=1}^6 n_i$$

Donde: Ka: Coeficiente de Argumentación

ni: Valor correspondiente a la fuente de argumentación “i” (1 hasta 6)

#### Paso 4. Determinar coeficiente de competencia

Una vez obtenidos los valores del **Coefficiente de Conocimiento** (Kc) y el **Coefficiente de Argumentación** (Ka) se procede a obtener el valor del

**Coefficiente de Competencia (K)** que finalmente es el coeficiente que determina en realidad que experto se toma en consideración para trabajar en la investigación.

$$K = 0,5 (Kc + Ka)$$

Donde: K: Coeficiente de Competencia

Kc: Coeficiente de Conocimiento

Ka: Coeficiente de Argumentación

### **Paso 5. Seleccionar los expertos**

Obtenidos los resultados, se valoran en la siguiente escala:

$0,8 < K < 1,0$  Coeficiente de Competencia Alto

$0,5 < K \leq 0,8$  Coeficiente de Competencia Medio

$K \leq 0,5$  Coeficiente de Competencia Bajo

El investigador debe utilizar, para su consulta, a expertos de competencia alta, nunca se utilizará expertos de competencia baja.

### **2.3.3 Etapa III. Determinación de las posibles tácticas de PAP en cada eslabón**

Como se puede observar en la figura 2.1, las tácticas implicadas en las estrategias de PAP, a partir de la literatura especializada son:

- Tiempo extra
- Tiempo ocioso
- Vacaciones
- Inventario
- Pedidos pendientes
- Ventas perdidas
- Subcontratación
- Variación de la fuerza de trabajo (FT)
- Propaganda
- Promociones
- Fijación de precios

- Demora en la liberación de productos
- Desarrollo de productos complementarios.

Sin embargo, estas no son las únicas, son solamente las más mencionadas en la literatura. Su aplicación tiene lugar fundamentalmente en la industria, pero no todos los eslabones de la cadena se conciben como tal. Por ejemplo: en el eslabón primario de la cadena lechera las capacidades se manejan con otras variables como dietas alimenticias, genética, manejo y otros. Por tanto, para la selección de las posibles tácticas a utilizar, se tendrán en cuenta las características fundamentales de cada eslabón, el diseño de sus respectivos sistemas productivos, las legislaciones, características de sus productos, clasificación del mercado, características de la mano de obra y otras; además de valorar las tácticas presentes en la literatura especializada.

Para la determinación de las tácticas se trabaja con el equipo de expertos. Estos utilizarán la herramienta de trabajo en equipo que consideren, como por ejemplo la Tormenta de ideas.

#### 2.3.4 Etapa IV. Clasificación de los eslabones de la cadena

La clasificación de los eslabones tiene lugar a través de un estudio de la flexibilidad para tomar posición respecto a las estrategias y tácticas de la PAP futuras a utilizar. Tiene un enfoque de abajo hacia arriba o Down-Top, en inglés.

El procedimiento específico se muestra en la figura 2.3.

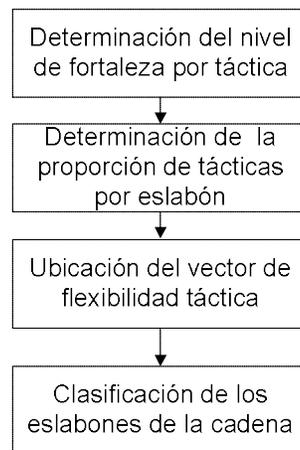


Figura 2.3. Procedimiento específico para la clasificación de los eslabones.

Fuente: Hung Varela,(2014).

Consiste en la evaluación a través de indicadores, de las posibilidades que tiene cada eslabón para implementar diferentes tácticas determinadas en el paso anterior. La Flexibilidad Táctica por eslabón ( $FTe_s$ ) es un vector que está condicionado por dos indicadores:

**Paso 1. Nivel de fortaleza por táctica ( $NFt_s$ )**

La forma de cálculo de este indicador se muestra en la ecuación 1.

$$NFt_s = \frac{\sum_{j=1}^n \overline{a_j}}{n} \tag{Ecuación 1.}$$

$NFt_s$ : Nivel de fortaleza táctica en el eslabón s ( $0 \leq NFt_s \leq 1$ )

$$\overline{a_j} = \frac{\sum_{i=1}^m a_{ij}}{m} : \text{Evaluación promedio de los expertos para la táctica j}$$

$a_{ij}$ : Evaluación del experto i para la táctica j.

m: cantidad de expertos

n: Número de tácticas evaluadas en el eslabón s

La escala de cero a uno implica las evaluaciones del eslabón en cuanto a la fortaleza de la táctica que se analice, desde fortaleza mínima hasta la máxima fortaleza, todo esto condicionado por las características del eslabón en cuestión. Los expertos otorgarán evaluación cero si en la táctica que se analiza no existe posibilidad de aplicación, ya sea por los elevados costos, condiciones técnico-organizativas y otros. Se otorgará uno si la táctica tiene un grado de fortaleza elevado, es decir, su implementación es altamente factible por las características del eslabón en cuestión.

Los expertos, para emitir la evaluación de las tácticas en el eslabón, utilizan la tabla 2.5.

Tabla 2.5. Evaluación de cada experto para las tácticas en el eslabón.

Experto: _____						
T1	T2	T3	T4	T5	T6	Tn
$a_j$	$a_j$	$a_j$	$a_j$	$a_j$	$a_j$	$a_j$

Fuente: Hung Varela,(2014)

Donde:

$a_j$  : Evaluación del experto para la táctica j

$T_n$  : Se refiere a la táctica n-ésima.

Una vez establecida la concordancia entre los expertos se procede a la determinación del  $NFt_s$ . Ver tabla 2.6.

Tabla 2.6. Cálculo del Nivel de Fortaleza Táctica ( $NFt_s$ )

Expertos	T1	T2	T3	T4	T5	Tn
E1	$a_{ij}$	$a_{ij}$	$a_{ij}$	$a_{ij}$	$a_{ij}$	$a_{ij}$
E2	$a_{ij}$	$a_{ij}$	$a_{ij}$	$a_{ij}$	$a_{ij}$	$a_{ij}$
E3	$a_{ij}$	$a_{ij}$	$a_{ij}$	$a_{ij}$	$a_{ij}$	$a_{ij}$
E4	$a_{ij}$	$a_{ij}$	$a_{ij}$	$a_{ij}$	$a_{ij}$	$a_{ij}$
E5	$a_{ij}$	$a_{ij}$	$a_{ij}$	$a_{ij}$	$a_{ij}$	$a_{ij}$
Em	$a_{ij}$	$a_{ij}$	$a_{ij}$	$a_{ij}$	$a_{ij}$	$a_{ij}$
Promedio	$\overline{a_j}$	$\overline{a_j}$	$\overline{a_j}$	$\overline{a_j}$	$\overline{a_j}$	$\overline{a_j}$
$NFt_s$	$\frac{\sum_{j=1}^n \overline{a_j}}{n}$					

Fuente: Hung Varela,(2014)

Para la interpretación del índice se consultó un grupo de siete expertos<sup>1</sup> que una vez aplicado el método Delphi, propusieron la escala de evaluación que se muestra en la tabla 2.7.

<sup>1</sup> Para definir la escala se organizó un grupo de siete expertos de la cadena lechera en Sancti Spíritus y la Uniss. Su composición fue: un profesor de la Uniss (Ing. Industrial), dos especialistas

Tabla 2.7 Escala de evaluación para el nivel de fortaleza táctica.

Rangos de valores	Evaluación
0.7 – 1.0	Fuerte
0.5 – 0.69	Medianamente fuerte
0.3 – 0.49	Débil
≤ 0.29	Muy débil

Fuente: Hung Varela, (2014)

**Paso 2. Proporción de tácticas por eslabón ( $PTe_s$ )**

Muestra la proporción de tácticas que un eslabón puede poner en práctica respecto a las tácticas que agrupa la cadena, independientemente de la fortaleza que tenga cada táctica en dicho eslabón.

La forma de cálculo de este indicador se muestra en la ecuación 2.

$$PTe_s = \frac{TE_s}{TC} = \frac{\sum_{i=1}^n Tn_s}{\sum_{s=1}^m TE_s} \tag{Ecuación 2.}$$

$PTe_s$  : Proporción de tácticas del eslabón s (  $0 \leq PTe_s \leq 1$  )

$TE_s$  : Total de tácticas en el eslabón s

$\sum_{i=1}^n Tn_s$  : Sumatoria de las tácticas del eslabón s

$n$  : Número de tácticas del eslabón s

$TC$  : Total de tácticas en la cadena

$\sum_{s=1}^m TE_s$  : Sumatoria del total de tácticas de cada eslabón.

$m$  : Número de eslabones s

---

producción del eslabón primario, dos especialistas de producción, el director de producción de la industria láctea y dos especialistas de comercio.

Para la interpretación del índice se consultó nuevamente al grupo de expertos que propusieron la escala de evaluación que se muestra en la tabla 2.8.

Tabla 2.8 Escala de evaluación para el nivel de proporción de tácticas por eslabón.

Rangos de valores	Evaluación
0.7 – 1.0	Alta Proporción
0.5 – 0.69	Aceptable Proporción
0.3 – 0.49	Baja Proporción
≤ 0.29	Muy Baja Proporción

Fuente: Hung Varela,(2014)

### Paso 3. Ubicación del vector flexibilidad táctica por eslabón ( $FTe_s$ )

Para la ubicación del vector de flexibilidad táctica por cada eslabón  $s$  ( $FTe_s$ ) se utiliza una matriz de doble entrada como se muestra en la figura 2.4.

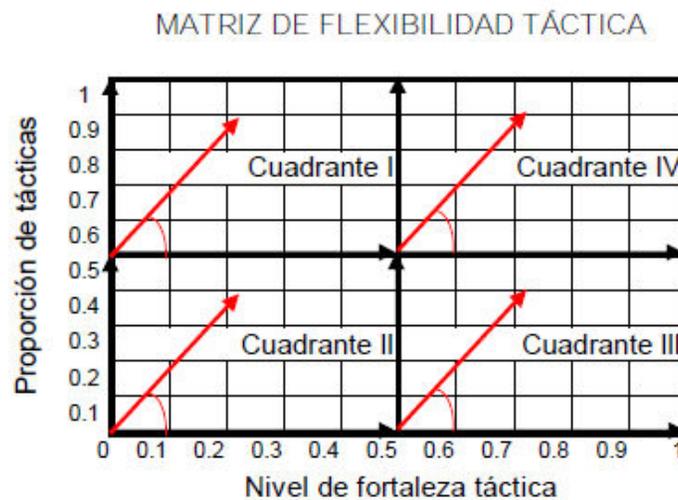


Figura 2.4. Matriz de Flexibilidad Táctica para la PAP en los eslabones de la cadena de la leche. Fuente: Hung Varela, (2014).

A partir de los valores calculados de  $NFT_s$  y  $PTe_s$  se obtiene en la Matriz de Flexibilidad Táctica (MFT) el cuadrante para la ubicación del vector  $Fte_s$  como se puede observar en la figura 2.5.

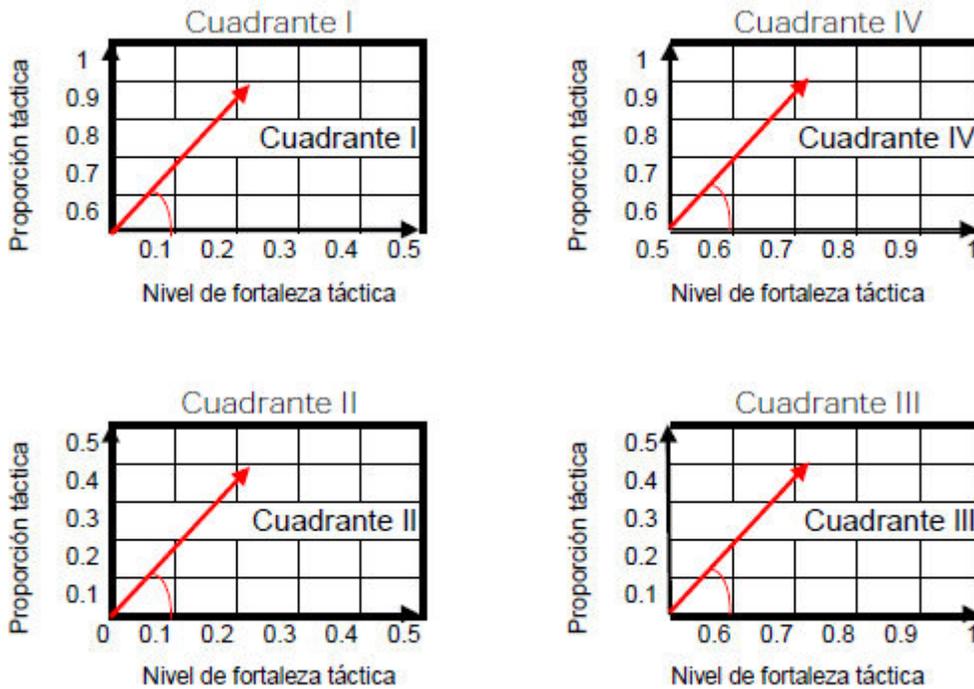


Figura 2.5. Cuadrantes de la Matriz de Flexibilidad Táctica para la PAP en los eslabones de la cadena de la leche. Fuente: Hung Varela,(2014).

Los valores del eje x corresponden siempre con el Nivel de Fortaleza Táctica  $NFT_s$  y los valores del eje y corresponden con la Proporción de Tácticas  $PTe_s$ .

#### Paso 4. Clasificación del eslabón

La clasificación de los eslabones según el cuadrante donde el vector ha sido ubicado se muestra en la tabla 2.9.

Tabla 2.9 Clasificación de los eslabones según cuadrante de ubicación.

Cuadrante	Clasificación
Cuadrante I	Flexibilidad Moderada I
Cuadrante II	Baja Flexibilidad
Cuadrante III	Flexibilidad Moderada III
Cuadrante IV	Flexible

Fuente: Hung Varela, (2014)

Como se puede observar, el cuadrante IV es el ideal y el cuadrante II es el menos deseado.

Cada cuadrante requiere un análisis particular, ya que el vector  $Fte_s$  puede tomar diferentes pendientes y longitudes, lo que influirá sobre las decisiones para la mejora de la flexibilidad, así como para la selección de las estrategias de PAP. Es decir, cada cuadrante tiene diferentes niveles de flexibilidad y decisión, condicionados como ya se mencionó por la longitud y pendiente del vector  $Fte_s$ .

**Cuadrante I**

Si el vector tiene ubicación en este cuadrante el eslabón clasifica como eslabón flexible moderado I. El origen de este vector siempre será (0.01; 0.5). Las acciones para la mejora de la flexibilidad de PAP generalmente están orientadas hacia el nivel de fortaleza  $NFT_s$ . Los diferentes niveles se muestran en la tabla 2.10.

Tabla 2.10. Niveles de flexibilidad en el cuadrante I.

Nivel	Pendiente m del vector $Fte_s$	Longitud (L) del vector $Fte_s$	Situación
1	$m = 0$	$L = NFT_s$	En este caso $PTe_s$ es igual a 0.5 lo que se considera aceptable proporción. El indicador $NFT_s$ puede estar entre 0.01 y 0.49. En cualquier caso es débil. Las acciones de mejora deben tomarse para ambos indicadores, pero particularmente para elevar el nivel de fortaleza $NFT_s$ .
2	$0 < m < 1$	$0 < L < 0.7$	Si m tiende a 1 y L a 0.7 la proporción es alta pero el nivel de fortaleza sigue siendo débil. Las acciones de mejora están orientadas a este último. Si m y L tienen otras tendencias en este rango, las condiciones son similares al nivel 1
3	$m = 1$	$L = 0.7$	Es el nivel ideal en este cuadrante

			puesto que la proporción es la más elevada y el nivel de fortaleza también. Las acciones de mejora aún son para este último.
<b>4</b>	$m > 1$	$0 < L < 0.7$	Si $m$ tiende a 1 y $L$ a 0.7 la proporción es alta pero el nivel de fortaleza es débil. Si $m$ se aleja de 1 y $L$ tiende a 0.7 la proporción es considerablemente más elevada que el nivel de fortaleza. En caso de que $L$ tienda cero de igual manera las acciones de mejora están orientadas al nivel de fortaleza.

Fuente: Hung Varela,(2014).

**Cuadrante II**

Si el vector tiene ubicación en este cuadrante el eslabón clasifica como eslabón de baja flexibilidad, la peor situación para un eslabón de la cadena. El origen de este vector siempre será (0; 0). Las acciones para la mejora de la flexibilidad de PAP generalmente están orientadas hacia los dos indicadores  $NFT_s$  y  $PTe_s$ . Los diferentes niveles se muestran en la tabla 2.11.

Tabla 2.11. Niveles de flexibilidad en el cuadrante II.

<b>Nivel</b>	<b>Pendiente <math>m</math> del vector <math>Fte_s</math></b>	<b>Longitud (L) del vector <math>Fte_s</math></b>	<b>Situación</b>
<b>1</b>	$m = 0$	$L = 0$	En este caso $PTe_s$ es igual a 0 y como $NFT_s$ depende de $PTe_s$ también es cero. Este es el nivel más crítico. Las acciones se deben enfocar primeramente a elevar las proporciones y luego el nivel de fortaleza.
<b>2</b>	$0 < m < 1$	$0 < L < 0.7$	Si $m$ tiende a 1 y $L$ a 0.7 la proporción y

			el nivel de fortaleza se acercan al límite superior de este cuadrante. Aunque es la mejor posición dentro del cuadrante es desfavorable todavía. Si $m$ tiende a cero y $L$ a 0.7, entonces la proporción es más crítica que el nivel de fortaleza. Si $m$ y $L$ tienden a cero entonces se aproxima al nivel 1.
<b>3</b>	$m = 1$	$L = 0.7$	Es el nivel ideal en este cuadrante puesto que la proporción es la más elevada y el nivel de fortaleza también. Las acciones de mejora son para ambos indicadores.
<b>4</b>	$m > 1$	$0 < L < 0.7$	Si $m$ tiende a 1 y $L$ a 0.7 la proporción y el nivel de fortaleza se acercan al límite superior de este cuadrante. Aunque es la mejor posición dentro del cuadrante es desfavorable todavía. Si $m$ se aleja de 1 y $L$ a 0.7, entonces la proporción es más favorable que el nivel de fortaleza.

Fuente: Hung Varela,(2014).

**Cuadrante III**

Si el vector tiene ubicación en este cuadrante el eslabón clasifica como eslabón flexible moderado III. El origen de este vector siempre será (0.5; 0.01). Las acciones para la mejora de la flexibilidad de PAP generalmente están orientadas hacia la proporción de tácticas  $PTe_s$ . Los diferentes niveles se muestran en la tabla 2.12.

Tabla 2.12. Niveles de flexibilidad en el cuadrante III.

Nivel	Pendiente $m$ del vector $Fte_s$	Longitud (L) del vector $Fte_s$	Situación
1	$m = 0$	$L = NFT_s$	En este caso $PTe_s$ es igual a 0.01 y $NFT_s$ varía entre 0.5 y 1. Este es el nivel más crítico. Las acciones se deben enfocar primeramente a elevar las proporciones y luego el nivel de fortaleza.
2	$0 < m < 1$	$0 < L < 0.7$	Si $m$ tiende a 1 y $L$ a 0.7 el nivel de fortaleza es alto pero la proporción sigue siendo débil. Las acciones de mejora están orientadas a este último. Si $m$ y $L$ tienen otras tendencias dentro de este rango, es similar al nivel 1
3	$m = 1$	$L = 0.7$	Es el nivel ideal en este cuadrante puesto que el nivel de fortaleza y la proporción toman el mayor valor. Las acciones de mejora aún son para este último.
4	$m > 1$	$0 < L < 0.7$	Si $m$ tiende a 1 y $L$ a 0.7 el nivel de fortaleza es alto pero la proporción sigue siendo débil. Si $m$ se aleja de 1 y $L$ tiende a 0.7 la proporción se incrementa a media que se reduce el nivel de fortaleza. Las acciones de mejora están orientadas a este último.

Fuente: Hung Varela,(2014).

**Cuadrante IV**

Si el vector tiene ubicación en este cuadrante el eslabón clasifica como eslabón flexible, la mejor situación para un eslabón de la cadena. El origen de este vector siempre será (0.5; 0.5). Las acciones para la mejora de la flexibilidad de PAP generalmente están orientadas hacia los dos indicadores  $NFT_s$  y  $PTe_s$ . Los diferentes niveles se muestran en la tabla 2.13.

Tabla 2.13. Niveles de flexibilidad en el cuadrante IV.

Nivel	Pendiente m del vector $Fte_s$	Longitud (L) del vector $Fte_s$	Situación
1	$m = 0$	$L = NFT_s$	En este caso $PTe_s$ es igual a 0.5 y $NFT_s$ varía entre 0.5 y 1. Este es el nivel más crítico. Las acciones se deben enfocar a elevar las proporciones o el nivel de fortaleza en dependencia de las características y necesidades del eslabón.
2	$0 < m < 1$	$0 < L < 0.7$	Si m tiende a 1 y L a 0.7 la proporción y el nivel de fortaleza se acercan al límite superior de este cuadrante, el ideal. Si m tiende a cero y L a 0.7, entonces la proporción es más deficiente que el nivel de fortaleza. Si m y L tienden a cero entonces se aproxima al nivel 1.
3	$m = 1$	$L = 0.7$	Es el nivel ideal en la cadena. No es necesario tomar acciones de mejora.
4	$m > 1$	$0 < L < 0.7$	Si m tiende a 1 y L a 0.7 la proporción y el nivel de fortaleza se acercan al límite superior de este cuadrante, el ideal. Si m es mayor que 1 y L a 0.7, entonces la proporción es más favorable que el nivel de fortaleza. Si m es mayor que 1 y L tiende a cero la proporción es aún más favorable que el nivel de fortaleza.

Fuente: Hung Varela,(2014)

Como se puede observar, cada cuadrante tiene cuatro niveles. Por ejemplo, un eslabón cuyo vector  $Fte_s$  se ubica en el cuarto cuadrante puede clasificar como eslabón flexible de primer, segundo, tercer o cuarto nivel.

Los eslabones cuyos vectores se encuentren ubicados en el cuadrante II serán considerados eslabones limitantes en cuanto a flexibilidad se refiere.

### 2.3.5 Etapa V. Determinación de la Flexibilidad Táctica de la Cadena

La Flexibilidad Táctica de la Cadena ( $FTC$ ) se determina a partir de la ecuación 3.

$$FTC = \prod_{s=1}^n (NFT_s * PTe_s) \tag{Ecuación 3.}$$

$FTC$  : Flexibilidad táctica de la cadena ( $0 \leq FTC \leq 1$ )

$Nft_s$  : Nivel de fortaleza táctica en el eslabón  $s$

$PTe_s$  : Proporción de tácticas del eslabón  $s$

$n$ : número de eslabones

Para la interpretación del índice se consultó nuevamente al grupo de expertos que propusieron la escala de evaluación que se muestra en la tabla 2.14.

Tabla 2.14 Escala de evaluación para la flexibilidad táctica de la cadena.

Rangos de valores	Evaluación
0.7 – 1.0	Flexible
0.5 – 0.69	Flexibilidad moderada
0.3 – 0.49	Baja Flexibilidad
≤ 0.29	Muy Baja Flexibilidad

Fuente: Hung Varela,(2014)

Como se puede apreciar, la  $FTC$  está condicionada por el eslabón limitante desde el punto de vista de la flexibilidad.

Una vez clasificados los eslabones y determinada la flexibilidad de la cadena, si el indicador  $FTC$  tiene una evaluación que pueda afectar el balance entre capacidad y demanda se toman las acciones posibles para mejorar la flexibilidad del eslabón limitante, hasta que la flexibilidad de la cadena se encuentre en una posición favorable.

### 2.3.6 Etapa VI. Selección de las estrategias de PAP para la cadena

El procedimiento específico para la selección de estrategias se muestra en la figura 2.6.

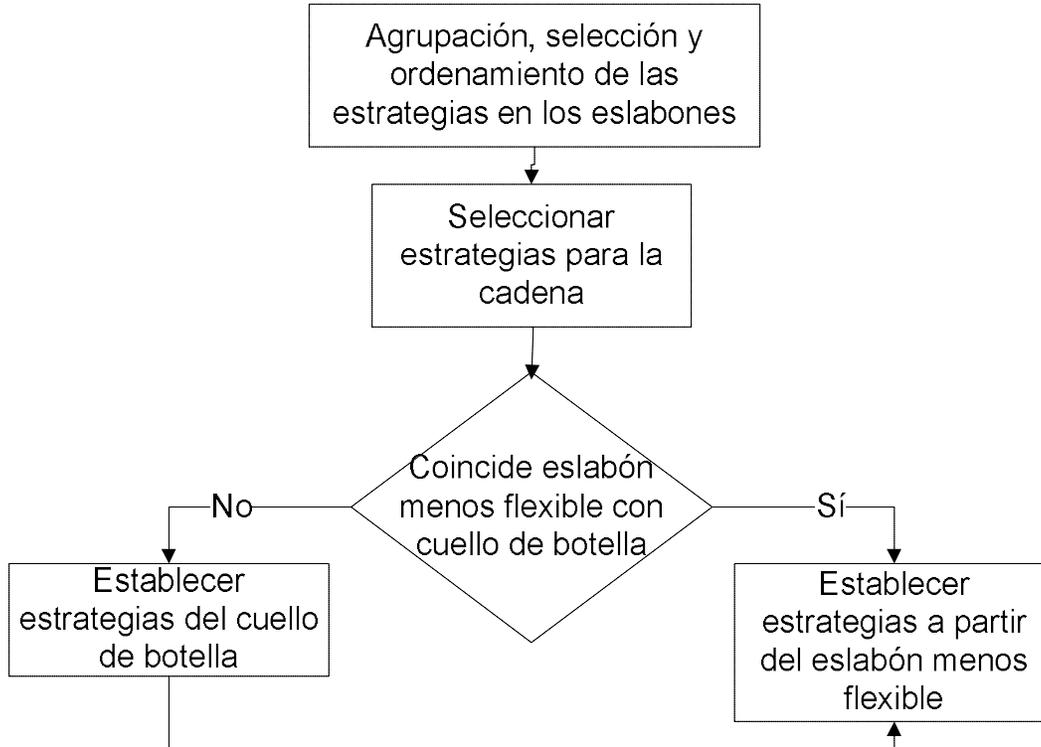


Figura 2.6. Procedimiento específico para la selección de estrategias de PAP en la cadena lechera de Sancti Spiritus. Fuente: Hung Varela, (2014)

#### Paso 1. Agrupación, selección y ordenamiento de las estrategias de PAP en los eslabones

Para seleccionar las estrategias potenciales de PAP en la cadena a partir de las tácticas evaluadas, se agrupan estas últimas según clasificación de la figura 2.1 y se ordenan de forma descendente a partir del puntaje o evaluación obtenida en la etapa III para cada táctica en el eslabón. La estrategia cuyas tácticas tengan mayores  $\bar{a}_j$  será la selección primera y dentro de esta, tendrá prioridad la táctica con mayor evaluación.

## Paso 2. Selección de las estrategias de PAP para la cadena

Una vez establecidas y ordenadas las estrategias para cada eslabón, si el eslabón menos flexible (definido en la etapa anterior) coincide con el eslabón con menor capacidad o cuello de botella, se inicia la selección de estrategias de PAP por este eslabón. Como se puede observar, el eslabón limitante hace función de atractor. Otros elementos a tener en cuenta en la selección de la estrategia de PAP son:

- Estado del balance capacidad-demanda.

Es posible que por ejemplo, la estrategia de nivelación sea la más adecuada según disponibilidad y fortaleza, sin embargo, la capacidad puede ser superior que la demanda considerablemente y en ese caso habría que valorar la opción de actuar sobre la demanda para incrementar esta última, aunque quizás la actuación sobre la demanda no sea la más favorecida en las evaluaciones de los expertos.

- Los sistemas de producción.

Estos están diseñados acorde a los métodos de gestión del flujo material. Una de las clasificaciones de estos métodos se muestra en la tabla 2.15.

Tabla 2.15. Métodos de gestión del flujo material

MÉTODOS	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS
Programado	El proceso material se ejecuta a partir de un programa basado en previsión de demanda futura	$H > C$ $CC > C$ H: Horizonte del programa CC: Ciclo del cliente C. Ciclo del proceso
Por pedido	El proceso se ejecuta a partir del pedido del cliente	$CC \geq C$
Contra inventario	Se satisface al cliente a partir del inventario y cuando este llega a cierto nivel se lanza un nuevo lote para reponer el mismo	$CR > C$ $CR > NE$ $CAP > CO$ $C \leq NE/2$ CR: Ciclo de gestión de la

		reposición de inventario NE: Frecuencia CAP: capacidad de producción CO: Consumo diario
Por ritmo	El proceso se ejecuta a un ritmo previamente fijado	$CO/CAP \geq 0.8$
Automático	El proceso se ejecuta automáticamente ante la demanda	Parámetros técnicos de los dispositivos

Fuente: Gómez Acosta & Acevedo Suárez, (2000)

A partir del eslabón con menos posibilidades para establecer las estrategias de PAP, el resto de los eslabones (en orden ascendente) según la clasificación realizada en la etapa III, realizan sus respectivas selecciones. Cuando en el turno para seleccionar estrategias de PAP le corresponda a un eslabón que tributa y/o recibe de un eslabón que ya seleccionó su estrategia, no debe establecer una estrategia que pueda afectar las condiciones establecidas por los eslabones que ya definieron las estrategias a seguir y que tienen menos posibilidades que el eslabón en turno.

Si el eslabón menos flexible no coincide con el eslabón limitante se evaluará si comenzar a establecer estrategias por el menos flexible no afecta negativamente la capacidad del eslabón limitante. En caso de que afecte se realiza el mismo proceso pero a partir del eslabón limitante. Una vez establecidas las estrategias de este eslabón, el procedimiento es el mismo.

## **Capítulo III. Implementación parcial del procedimiento para seleccionar estrategias de PAP en Cadena Lechera de Sancti Spiritus.**

### **3.1 Breve introducción**

En el momento de finalización de la presente investigación, la etapa de implementación del proyecto AGROCADENAS aún no comenzaba. Por esta razón, la aplicación en la práctica es imposible. Se valida la estructura y funcionamiento del procedimiento como un proceso de negocio (Workflow) a través de las Redes de Petri, asistido por la aplicación informática WoPeD versión 2.5.0. Una vez validado se procede a la aplicación parcial del procedimiento en el eslabón Procesamiento de la cadena.

### **3.2 Validación del procedimiento propuesto con el formalismo de Redes de Petri**

Las Redes de Petri, por su nombre en inglés Petri Nets fueron propuestas por Adam Petri en sus tesis doctoral “Comunicación con mi autómeta”. Constituye una herramienta multipropósito, que incluye la modelación de procesos concurrentes, con el fin de analizar el funcionamiento de los mismos. En este caso, se utiliza este formalismo matemático para validar la estructura del procedimiento propuesto antes de desarrollar el mismo.

El procedimiento se modeló como se muestra en la figura 3.1

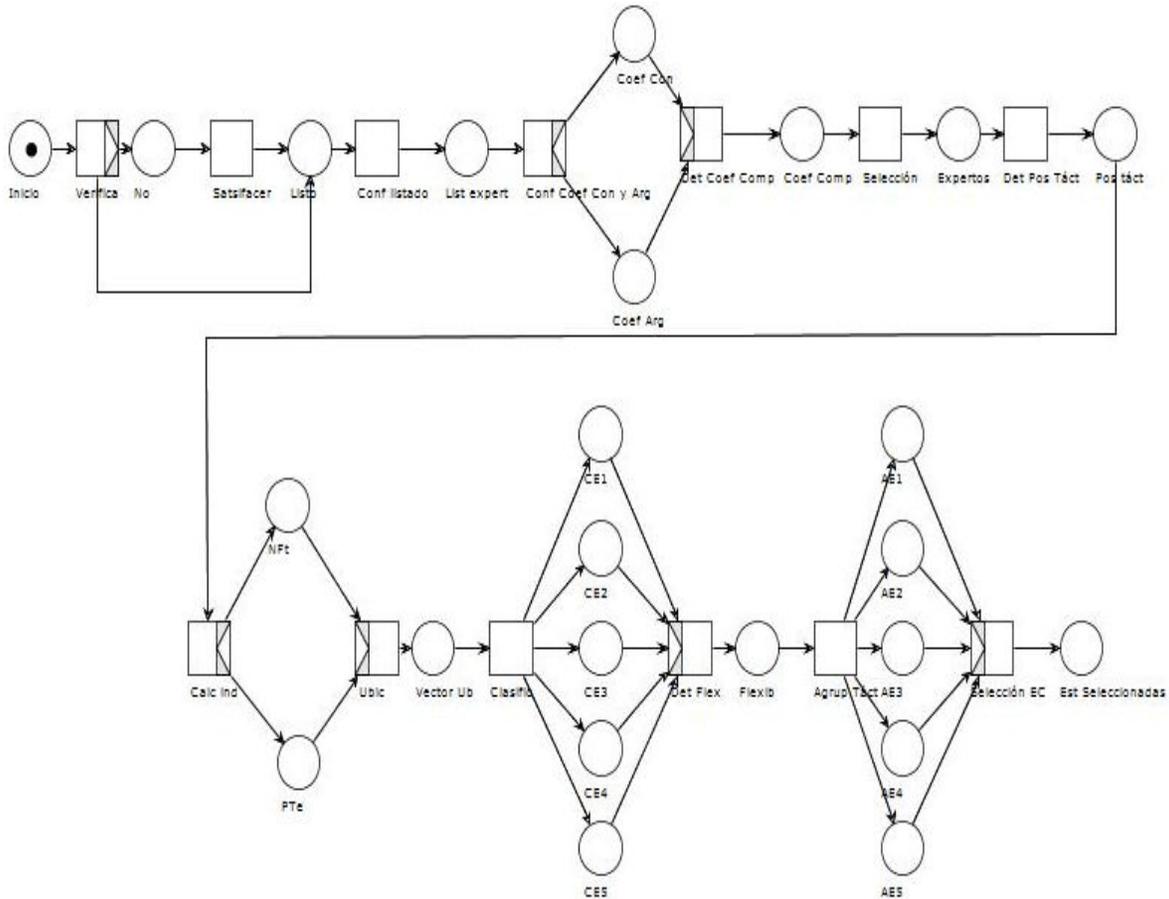


Figura 3.1. Red de Petri Workflow para el procedimiento de selección de estrategias de PAP.

Se simuló la red y se pudo comprobar que el procedimiento tiene validez tanto desde el punto de vista estructural como del comportamiento. Esto se muestra en la figura 3.2.

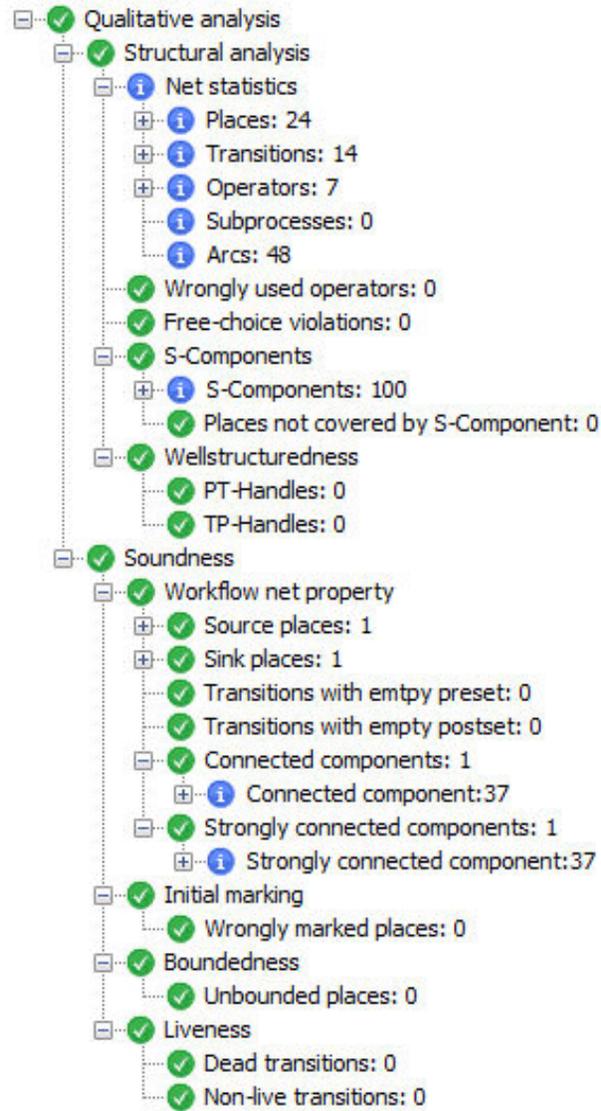


Figura 3.2. Resultado del análisis semántico del modelo. Salida de WoPeD 2.5.0.

La red es siempre viva como se muestra en el árbol de alcanzabilidad en la figura 3.3.

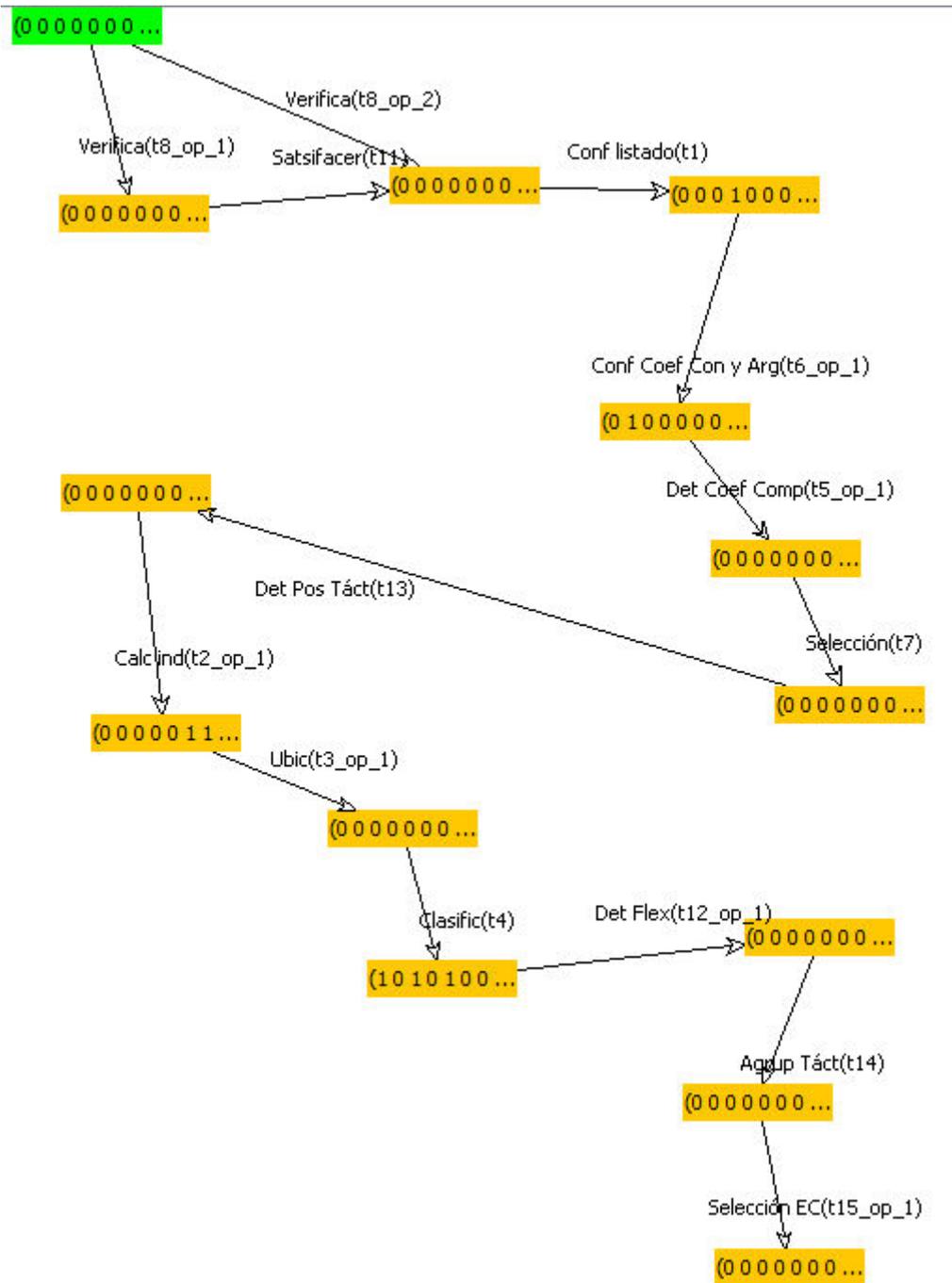


Figura 3.3. Árbol de alcanzabilidad de la red. Salida de WoPeD 2.5.0.

### 3.3 Etapa I. Verificación de las premisas

La implementación del procedimiento será parcial (solamente en un eslabón). Se aplicará el mismo hasta la etapa IV y las premisas que competen a toda la cadena

se darán por cumplidas, se verificaron aquellas que tienen implicación directa sobre el eslabón como son:

- Determinada la demanda agregada del eslabón.
- Determinada la capacidad agregada del eslabón.
- Definida la estrategia de capacidad

La cadena lechera en Sancti Spíritus está conformada por cinco eslabones principales:

- Producción primaria
- Acopio
- Procesamiento
- Distribución
- Comercialización

La aplicación parcial se realiza en el eslabón Procesamiento. Este eslabón dispone de información suficiente y reúne los requisitos para la aplicación del procedimiento.

### **3.4 Etapa II. Creación del equipo de expertos**

Para el diseño de la herramienta metodológica se utiliza el primer bloque del procedimiento propuesto.

#### **Paso 1. Confección de la lista inicial de la población de posibles expertos**

En este caso, el universo es de nueve expertos. A pesar de que no se implementa el procedimiento en toda la cadena, se utilizaron varios expertos y no solamente aquellos que pertenecen al eslabón en cuestión. El listado de posibles expertos se muestra a continuación en la tabla 3.1.

Tabla 3.1. Listado de posibles expertos. Elaboración propia

No.	Nombre	Función
1	Ing. Odenys Gómez Brito	Ingeniero Mecánico. Coordinador Provincial AGROCADENAS
2	Ing. Oslay Bravo Bernal	Ingeniero Industrial. Director de Producción de la Empresa de Productos Lácteos "R. Zaza". Coordinador de AGROCADENAS
3	Dr. C. Juan Emilio Hernández García	Doctor en Medicina Veterinaria. Profesor UNISS. Coordinador de AGROCADENAS por la UNISS
4	Ing. Manuel Hung Varela	Ingeniero Industrial. Profesor en UNISS Investigador de AGROCADENAS
5	Dr. Angel Pentón Ponce de León	Doctor en Medicina Veterinaria. Investigador de AGROCADENAS. Profesor de la UNISS
6	Dr. C. Raúl Comas Rodríguez	Doctor en Ciencias Técnicas. Jefe de Departamento de Ingeniería Industrial Especialista en Control de Gestión Colaborador de AGROCADENAS
7	Dr. C. Alberto Medina León	Doctor en Ciencias Técnicas. Especialista en Gestión de la Producción. Director de Relaciones Internacionales Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos"
8	Dra. C Dianelys Nogueira Rivera	Doctora en Ciencias Técnicas. Especialista en Control de Gestión y Gestión por Procesos Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos"
9	Lic. Amado Luis Gallego Díaz	Director General de la Escuela de Capacitación Provincial del MINAG S.S.

### 3.4.2 Determinación del coeficiente de conocimiento Kcj

Tabla 3.2 Autoevaluación de los expertos para el cálculo de Kcj

Expertos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1							X			
2									X	
3						X				
4								X		
5							X			
6									X	
7								X		
8									X	
9							X			

Tabla 3.3 Valor Kcj para los expertos potenciales

Expertos	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kcj	0.7	0.9	0.6	0.8	0.7	0.9	0.8	0.9	0.7

### 3.4.3 Determinación del coeficiente de argumentación Ka

Tabla 3.4 Autoevaluación de los expertos para el cálculo de Ka

Fuentes de argumentación	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos realizados por usted	0.3	0.2	0.1
Su experiencia obtenida	0.5	0.4	0.2
Trabajos de autores nacionales	0.05	0.05	0.05
Trabajos de autores extranjeros	0.05	0.05	0.05
Su conocimiento del estado del problema en el extranjero	0.05	0.05	0.05
Su intuición	0.05	0.05	0.05

Tabla 3.5 Resultados del cálculo de Ka.

No.	I1	I2	I3	I4	I5	I6	Ka
1	0.3	0.4	0.05	0.05	0.05	0.05	0.9
2	0.3	0.5	0.05	0.05	0.05	0.05	1
3	0.1	0.2	0.05	0.05	0.05	0.05	0.5
4	0.3	0.4	0.05	0.05	0.05	0.05	0.9
5	0.2	0.4	0.05	0.05	0.05	0.05	0.8
6	0.2	0.5	0.05	0.05	0.05	0.05	0.9
7	0.3	0.4	0.05	0.05	0.05	0.05	0.9
8	0.2	0.4	0.05	0.05	0.05	0.05	0.8
9	0.3	0.4	0.05	0.05	0.05	0.05	0.9

### 3.4.4 Determinación del coeficiente de competencia K

Tabla 3.6 Valor K para los expertos potenciales

No.	Kc	Ka	K	Valoración de K
1	0.7	0.9	0.8	Alto
2	0.9	1	0.95	Alto
3	0.6	0.5	0.55	Medio
4	0.8	0.9	0.85	Alto
5	0.7	0.8	0.75	Medio
6	0.9	0.9	0.9	Alto
7	0.8	0.9	0.85	Alto
8	0.9	0.8	0.85	Alto
9	0.7	0.9	0.75	Medio

### 3.4.5 Selección de expertos

$$n = \frac{p * (1 - p) * k}{i^2}$$

$$p = 0.02$$

$$\alpha = 0.05$$

$$K = 3.8416$$

$$i = 0.1$$

$$n = \frac{p * (1 - p) * k}{i^2} = \frac{0.02 * 0.98 * 3.8416}{0.01} = 7.5 \approx 8$$

Se necesitan 8 expertos. Lo ideal es que todos tengan calificación de competencia alta, pero solo 6 de los 9 posibles expertos ostentan esa calificación. De los tres que tiene calificación media, se toman los de mayor puntuación, queda fuera el experto número 3.

### **3.5 Etapa III. Determinación de las posibles tácticas de PAP en el eslabón Procesamiento.**

El equipo de expertos analizó variables como las producciones de la canasta básica, la clasificación de los clientes, legislaciones y características de los productos, y a partir de una decisión multicriterio, determinaron las tácticas de PAP que pueden ser aplicadas en el eslabón. Estas se muestran a continuación:

- Tiempo extra (T1)
- Tiempo ocioso (T2)
- Vacaciones (T3)
- Inventario (T4)
- Pedidos pendientes (T5)
- Promociones (T6)
- Demora en la liberación de productos (T7)

### **3.6 Etapa IV. Clasificación del eslabón Procesamiento**

Para la clasificación del eslabón procesamiento se determinan los indicadores nivel de fortaleza táctica y proporción de tácticas.

**Paso 1. Determinación del Nivel de fortaleza por táctica ( $NF_{t_s}$ )**

Los expertos emitieron su valoración según la escala establecida para cada táctica, los resultados se muestran en la tabla 3.7:

Tabla 3.7 Juicio de los expertos y cálculo del indicador  $NF_{t_s}$  en el eslabón Procesamiento.

Expertos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
E1	0.9	0.2	0.5	0.9	0.3	0.1	0.4
E2	0.6	0.4	0.4	0.8	0.2	0.4	0.4
E3	0.5	0.5	0.5	0.9	0.1	0.2	0.5
E4	0.8	0.5	0.5	0.5	0.5	0.2	0.5
E5	0.8	0.3	0.3	0.8	0.3	0.3	0.4
E6	0.9	0.2	0.4	0.6	0.2	0.2	0.4
E7	0.7	0.3	0.4	0.9	0.3	0.3	0.3
E8	0.6	0.4	0.4	0.6	0.1	0.2	0.4
Promedio	0,725	0,35	0,425	0,775	0,25	0,2375	0,4125
$NF_{t_s}$	<b>0.454</b>						

Aunque el indicador se muestra calculado en la tabla anterior, primeramente se realizó una comprobación estadística de la concordancia o no que existía entre los expertos. Para ello se asumió un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$  y se aplicó un test de Kendall. Donde:

H1: El juicio es consistente

H0: El juicio no es consistente

RC: Si Sig. asintót <  $\alpha$  se rechaza la hipótesis nula

Los resultados a partir de la aplicación informática SPSS 15.0 se muestran en la tabla 3.8:

Tabla 3.8. Estadísticos de contraste. Salida del SPSS 15.0

N				7
W de Kendall(a)				,777
Chi-cuadrado				32,654
gl				6
Sig. asintót.				,000
Sig. Monte Carlo	Sig.	Intervalo de confianza de 99%	Límite inferior	,000(b)
			Límite superior	,000

a Coeficiente de concordancia de Kendall

b Basado en 10000 tablas muestrales con semilla de inicio 2000000.

Como  $0.00 < 0.05$  se rechaza la hipótesis nula. No existen evidencias estadísticas suficientes que indiquen falta de concordancia en el juicio de los expertos.

A partir de la escala propuesta en el epígrafe 2.3.4.1, el eslabón, según resultados del indicador, clasifica como débil.

### **Paso 2. Determinación de la proporción de tácticas ( $PTe_s$ ) en el eslabón**

#### **Procesamiento**

Para el cálculo de este indicador es necesario conocer las tácticas del resto de los eslabones. Por tanto, no es posible en el momento en que se aplica la investigación. No obstante, a partir de estimaciones del equipo de expertos se asume que la sumatoria de tácticas de la cadena es 15.

$$PTe_s = \frac{\sum_{i=1}^n Tn_s}{\sum_{s=1}^m TE_s} = \frac{7}{15} = 0.46$$

Según la escala establecida en el epígrafe 2.3.4 paso 2 el eslabón presenta baja proporcionalidad.

### **Paso 3. Ubicación del vector de flexibilidad táctica ( $FTe_s$ ) en el eslabón**

#### **Procesamiento**

Con los dos valores de entrada se procede a ubicar el vector  $FTe_s$  en la herramienta gráfica que se muestra en la figura 3.4:

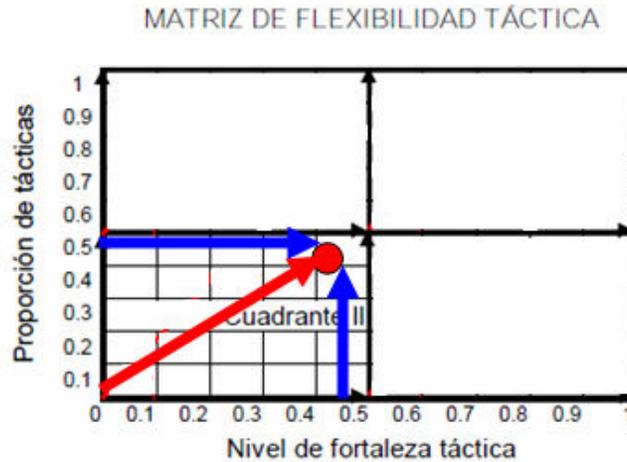


Figura 3.4. Ubicación del vector de flexibilidad táctica para el eslabón Procesamiento en la cadena de la leche.

En este caso, el vector ( $FTe_s$ ) del eslabón se encuentra en el cuadrante II.

#### Paso 4. Clasificación del eslabón Procesamiento

Según la escala establecida en el epígrafe 2.3.4.4 el eslabón clasifica como de baja flexibilidad.

Como se observa, la pendiente  $m$  del vector tiende a 1 y la longitud  $L$  a 0.7 lo que significa que la proporción y el nivel de fortaleza del eslabón se acercan al límite superior de este cuadrante, la mejor posición dentro del cuadrante, particularmente para establecer acciones que permitan una mejora y una futura ubicación del vector en el cuadrante IV, que constituye una mejor posición.

## Conclusiones

1. El estudio bibliográfico demostró la existencia de una amplia base conceptual sobre la planeación agregada que incluye la conceptualización, características y métodos de la planeación agregada. La literatura no es abundante sobre las cadenas lecheras en Cuba. No se encontró procedimientos para la selección de estrategias de PAP en AGROCADENAS.
2. El procedimiento seleccionado, propuesto por (Hung Varela, 2014) ofrece las herramientas necesarias para la selección de estrategias de PAP en cadenas lecheras. El mismo es pertinente, es factible y sólido.
3. El procedimiento seleccionado, es válido en su estructura y funcionamiento. Esto se demostró a través del formalismo de las Redes de Petri.
4. La implementación parcial del procedimiento seleccionado permitió clasificar el eslabón Procesamiento, y seleccionar las estrategias de PAP. De esta forma se demostró la eficacia del procedimiento.

### **Recomendaciones**

1. Implementar en su totalidad el procedimiento seleccionado para toda la cadena lechera en Sancti Spíritus.
2. Extender la aplicación del procedimiento al resto de las provincias implicadas en el proyecto AGROCADENAS.

### Bibliografía

- Albormoz, V. M., & Ortiz-Araya, V. (2010). PLANIFICACIÓN JERÁRQUICA DE LA PRODUCCIÓN BAJO INCERTIDUMBRE. *5th Americas International Conference on Production Research*.
- Aldana Aragón, C., & Ruiz Ruiz, M. (2013). *Propuesta para la optimización de la planeación y la programación de la producción en la empresa PRELASELVA & CÍA. S. en C. .* Tesis de grado, Universidad Tecnológica de Pereira. Retrieved from <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/3479/1/658401A357.pdf>
- Álvarez Uribe, F. A. (2009). *Un modelo de planificación de la producción en una fábrica de calzado*. Maestría, Universidad de Concepción, Concepción, Chile. Retrieved from [http://repositorio.udec.cl/xmlui/bitstream/handle/123456789/772/Tesis\\_Un\\_Modelo\\_de\\_Planificacion\\_en\\_una\\_Fabrica\\_de\\_Calzado.Image.Marked.pdf?sequence=1](http://repositorio.udec.cl/xmlui/bitstream/handle/123456789/772/Tesis_Un_Modelo_de_Planificacion_en_una_Fabrica_de_Calzado.Image.Marked.pdf?sequence=1)
- Antonio García, F. (2004). Breve historia de la administración de la producción y de las operaciones. Retrieved from <http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r91462.PDF>
- Arango Serna, M. D., Urán Serna, C. A., & Pérez Ortega, G. (2010). Fuzzy mathematical programming applied to the materials requirements planning (MRP). 33. Retrieved from <http://www.scielo.org.ve/pdf/rfuiuz/v33n1/art10.pdf>
- Arango Serna, M. D., Vergara Rodríguez, C., & Gaviria Montoya, H. (2009). MODELIZACIÓN DIFUSA PARA LA PLANIFICACIÓN AGREGADA DE LA PRODUCCIÓN EN AMBIENTES DE INCERTIDUMBRE. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v77n162/a39v77n162.pdf>
- Becerra Rodríguez, F., Cárdenas Aguirre, D. M., Castrillón Gómez, Ó. D., García, A., Giraldo García, J. A., Ibarra Mirón, S., . . . Zapata Gómez, Á. (2008).

- Gestión de la producción: una aproximación conceptual Retrieved from [http://www.bdigital.unal.edu.co/6868/3/978-958-701-963-6\\_Parte1.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/6868/3/978-958-701-963-6_Parte1.pdf)
- Beltrán Sánchez, G. A. (2004). *ESTUDIO DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO DEL SECTOR AGROINDUSTRIAL LECHERO*. Tesis de grado, Universidad de la Sabana, Chía. Retrieved from <http://intellectum.unisabana.edu.co:8080/jspui/bitstream/10818/4662/1/130776.pdf>
- Buffa, E. S., & G, N. R. (1984). *Administración de Producción* (3ra ed.). Argentina: LIBRERÍA "EL ATENEO" EITORIAL.
- Cadavid Fonnegra, M. d. J. (2008). *Contabilidad de Costos* Retrieved from <http://www.funlam.edu.co/administracion.modulo/NIVEL-03/ContabilidadDeCostos.pdf>
- Cajamarca Niño, V. T., Duarte López, C. M., & Varela Morales, R. V. (2010). *Diseño, simulación e implementación de una metodología para la planeación, programación y control de la producción en COLFOPLAS S.A.* Tesis de grado, Universida Libre de Colombia, Bogotá, Colombia. Retrieved from [http://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=56&ved=0CGEQFjAFODI&url=http%3A%2F%2Frepository.unilibre.edu.co%2Fbitstream%2F10901%2F4163%2F1%2FCajamarcaNinoVivian2010.pdf&ei=7i1VU8v1MqpbsATY7oDIBQ&usg=AFQjCNHTQdFFgllbaG2cxniNelNqyOqGfw&siq2=AXgN0bcmHdDHtdSdjgb\\_AQ&bvm=bv.65058239,d.cWc](http://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=56&ved=0CGEQFjAFODI&url=http%3A%2F%2Frepository.unilibre.edu.co%2Fbitstream%2F10901%2F4163%2F1%2FCajamarcaNinoVivian2010.pdf&ei=7i1VU8v1MqpbsATY7oDIBQ&usg=AFQjCNHTQdFFgllbaG2cxniNelNqyOqGfw&siq2=AXgN0bcmHdDHtdSdjgb_AQ&bvm=bv.65058239,d.cWc)
- Carbonell Duménigo, A. (2009). *PROCEDIMIENTO PARA EVALUAR Y MEJORAR EL GRADO DE ORIENTACIÓN AL CLIENTE EN REDES EXTRAHOTELERAS*. Tesis Doctoral, Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Villa Clara, Cuba.
- Colectivo de autores. (1972). *Manual de la Producción* (1ra ed.). La Habana, Cuba: LIBROS PARA TODOS AÑO INTERNACIONAL DEL LIBRO.
- Companys Pascual, R. (1989). *Planificación y Programación de la Producción* (1ra ed.). Barcelona, España: MARCOMBO S.A.

- Condori Condori, S. A. (2007). *Evaluación y propuesta de un sistema de planificación de la producción en una empresa dedicada a la fábrica d perfume*. Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú. Retrieved from <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/313/CONDORI SANDRA EVALUACI%C3%93N Y PROPUESTA DE UN SISTEMA DE PLANIFICACI%C3%93N DE LA PRODUCCI%C3%93N EN UNA EMPRESA DEDICADA A LA F%C3%81BRICA DE PERFUMES.pdf?sequence=1>
- Consejo de Ministros. (2014). Decreto 281. Reglamento para la implantación y consolidación del sistema de dirección y gestión empresarial estatal. *Gaceta Oficial de la República*, CV(41), 241-350.
- Contraloría General de la República. (2011). Resolución 60. Normas del Control Interno. *Gaceta Oficial de la República*, CIX(13), 39-50.
- Corado Ortega, B. J. (2012). *Planeación Agregada de la Producción en una empresa dedicada al envasado y distribución de agua purificada*. Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Retrieved from [http://www.biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03\\_3987.pdf](http://www.biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03_3987.pdf)
- Corrêa, H. L., & Corrêa, C. A. (2006). *ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO E OPERAÇÕES. Manufatura e Serviços: uma abordagem estratégica*. Brasil: EDITORA ATLAS S.A.
- Chapman, S. N. (2006). *Planificación y control de la producción* (1ra ed.). México: PEARSON Educación.
- Chase, R. B., Jacob, F. R., & Aquilano, N. J. (2009). *Administración de Operaciones. Producción y Cadena de Suministros* (12ma ed.). China: McGraw-Hill EDUCACIÓN.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2004). *Supply Chain Management. Strategy, Planning and Operations* (2da ed.): Editorial: Pearson / Prentice Hall.
- Dante Boiteux, O., Corominas Subias, A., & Lusa García, A. (2007). Estado del arte sobre planificación agregada de la producción. Retrieved from

<https://upcommons.upc.edu/e-prints/bitstream/2117/747/2/IOC-DT-P-2007-04.pdf>

- Dante Boiteux, O., Foradella, R., Palma, R., & Guiñazu, H. (2010). Modelo matemático para la planeación agregada de la producción de IMPSA. *Revista Iberoamericana de Ingeniería Industrial, Vol 2, No.2*, 90-112.
- Darío Arango, M., Cano, J. A., & Álvarez, K. C. (2012). MODELOS DE SISTEMAS MRP CERRADOS INTEGRANDO INCERTIDUMBRE. *Revista EIA, No.18*, 61-76.
- de la Fuente Gallegos, R., & Santelices Malfanti, I. (2010). Diseño de un modelo de planeación agregada para las prestaciones médicas en un servicio de ginecología y obstetricia. Retrieved from [http://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=23&ved=0CH4QFjAMOAo&url=http%3A%2F%2Fwww.ici.ubiobio.cl%2Frevista%2Findex.php%3Foption%3Dcom\\_docman%26task%3Ddoc\\_download%26gid%3D108%26%26Itemid%3D15&ei=dChVU97wJI2hsAThv4DIAQ&usq=AFQjCNHCBMTyMkg1DSTkkpqkZbN9ZGEpdQ&sig2=kaaK0kNactflTM3G9ve\\_fQ&vm=bv.65058239.d.cWc](http://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=23&ved=0CH4QFjAMOAo&url=http%3A%2F%2Fwww.ici.ubiobio.cl%2Frevista%2Findex.php%3Foption%3Dcom_docman%26task%3Ddoc_download%26gid%3D108%26%26Itemid%3D15&ei=dChVU97wJI2hsAThv4DIAQ&usq=AFQjCNHCBMTyMkg1DSTkkpqkZbN9ZGEpdQ&sig2=kaaK0kNactflTM3G9ve_fQ&vm=bv.65058239.d.cWc)
- Domínguez Machuca, J. A., Álvarez Gil, M. J., García González, S., Domínguez Machuca, M. A., & Ruíz Jiménez, A. (1995a). *Dirección de Operaciones. Aspectos estratégicos en la producción y los servicios*. España: McGraw-Hill.
- Domínguez Machuca, J. A., Álvarez Gil, M. J., García González, S., Domínguez Machuca, M. A., & Ruíz Jiménez, A. (1995b). *Dirección de Operaciones. Aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios*. España: McGraw-Hill.
- Fernández Daboin, B. J. A. (2009). *Un Modelo de Planificación de la Producción para la Productora de Alimentos Universitaria Lácteos Santa Rosa*. Tesis de grado, Universidad de los Andes. Retrieved from [http://tesis.ula.ve/pregrado/tde\\_arquivos/8/TDE-2012-07-30T23:51:44Z-1573/Publico/fernandezjosmary.pdf](http://tesis.ula.ve/pregrado/tde_arquivos/8/TDE-2012-07-30T23:51:44Z-1573/Publico/fernandezjosmary.pdf)

- Fundora Miranda, A., Taboada Rodríguez, C., Cuellar, H., Urquiaga Rodríguez, A. J., & Sánchez Lara, A. (1987). *ORGANIZACIÓN Y PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN* (1ra ed. Vol. II). La Habana, Cuba: Editora ISPJAE.
- Gaither, N., & Frazier, G. (2000). *Administración de producción y operaciones* (8va ed.): International Thomson Editores.
- García, I. (2014). Incrementar la producción de leche: Un desafío para Cuba. Retrieved from [http://www.radioreloj.cu/index.php?option=com\\_content&view=article&id=15679:incrementar-la-produccion-de-leche-un-desafio-para-cuba&catid=34:economia&Itemid=165](http://www.radioreloj.cu/index.php?option=com_content&view=article&id=15679:incrementar-la-produccion-de-leche-un-desafio-para-cuba&catid=34:economia&Itemid=165)
- Gómez Acosta, M. I., & Acevedo Suárez, J. A. (2000). Logística del Aprovechamiento
- Gómez Gasquet, P. (2010). *Programación de la producción en un taller de flujo híbrido sujeto a incertidumbre: Arquitectura y Algoritmos. Aplicación a la Industria Cerámica*. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia. Retrieved from [http://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=7&ved=0CHMQFjAG&url=http%3A%2F%2Friunet.upv.es%2Fbitstream%2Fhandle%2F10251%2F7728%2FtesisUPV3260.pdf&ei=2zc0U\\_mFfTNsAT-2YHACQ&usq=AFQjCNH\\_vVV437ZBVOq2oEeQZs3mqwD0gA&sig2=cbbVn1bCJNY-8Vh2pvuyw&bvm=bv.63738703,bs.1,d.cWc](http://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=7&ved=0CHMQFjAG&url=http%3A%2F%2Friunet.upv.es%2Fbitstream%2Fhandle%2F10251%2F7728%2FtesisUPV3260.pdf&ei=2zc0U_mFfTNsAT-2YHACQ&usq=AFQjCNH_vVV437ZBVOq2oEeQZs3mqwD0gA&sig2=cbbVn1bCJNY-8Vh2pvuyw&bvm=bv.63738703,bs.1,d.cWc)
- Heizer, J., & Render, B. (2004). *Principios de Administración de Operaciones* (5ta ed.). México: PEARSON Educación.
- Hernández Vega, M. O., & Muñoz Mesa, M. C. (2004). *Diseño de una metodología para la planeación y programación de producción de café tostado y molido en la planta de COLCAFÉ Bogotá*. Tesis de grado, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. Retrieved from <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria/tesis175.pdf>
- Hung Varela, M. F. (2014). *Modelo Dinámico para la Planeación Agregada de la Producción en las Cadenas Lecheras Cubanas. Aplicación en Cadenas de*

- Sancti Spíritus (Resultados parciales de la investigación en proceso).*  
 Doctoral, Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", Matanzas, Cuba.
- Hung Varela, M. F., Medina León, A., & Comas Rodríguez, R. (2014).  
*PLANEACIÓN AGREGADA DE LA PRODUCCIÓN (En proceso de publicación).* Facultad de Ciencias Económicas e Informática.  
 Departamento de Ingeniería Industrial. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". Matanzas, Cuba.
- Ippolito, D., & Malpica, F. (2009). *Modelo de planeación de la Producción para colchones ELDORADO.* Tesis de grado, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. Retrieved from  
<http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria/tesis322.pdf>
- Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2008). *Administración de Operaciones.* México: Pearson Educación.
- Latifoğlu, Ç. (2012). *MODELS FOR PRODUCTION PLANNING AND POWER PROCUREMENT PORTFOLIOS.* Tesis doctoral, Lehigh University.  
 Retrieved from  
<http://pqdtopen.proquest.com/pqdtopen/doc/1151846296.html?FMT=AI>
- Medina León, A., Nogueira rivera, D., Oviedo Rodríguez, M., & Hernández Nariño, A. (2014). *Programación de la Producción (1ra ed.).* Ecuador: Editorial Babahoyo.
- Medina León, A., Nogueira Rivera, D., & Pérez Navarro, A. (2001). Clasificación y caracterización de sistemas productivos
- Menguzzato, M., & Renau, J. J. (1991). *La Dirección Estratégica de la Empresa.* Barcelona: Editorail ARIEL.
- MINCEX. (2014). *Programa de apoyo al fortalecimiento de cadenas agroalimentarias a nivel local (AGROCADENAS).*
- Monks, J. G. (1994). *Administración de Operaciones (1ra ed.).* México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE MÉXICO S.A. de C.V.
- Moreira, D. A. (1996). *ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO E OPERAÇÕES (2da ed.).* Brasil: LIVRARIA PIONEIRA EDITORA.

- Moreno García, I. C., & Sáenz Ojeda, J. P. (2012). *Mejoramiento Productivo Apparel Basic*. Tesis de grado, Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia. Retrieved from <http://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/2850/1020733483-2012.pdf?sequence=1>
- Moya Navarro, M. (2011). Planeación de la producción mediante la programación lineal con incertidumbre: Uso del programa OR Brianware Decisión Tools. 24. Retrieved from [http://www.tec-digital.itcr.ac.cr/servicios/ojs/index.php/tec\\_marcha/article/viewFile/159/157](http://www.tec-digital.itcr.ac.cr/servicios/ojs/index.php/tec_marcha/article/viewFile/159/157)
- Mula Bru, J., Poler Escoto, R., & García Sabater, J. P. (2004a). Aplicaciones de la Teoría de los Conjuntos Difusos en la Planificación de la Producción: Un Estudio de la Literatura. Retrieved from <http://www.adingor.es/congresos/web/uploads/cio/cio2004/101-110.pdf>
- Mula Bru, J., Poler Escoto, R., & García Sabater, J. P. (2004b). Planificación de la Producción en la Cadena de Suministro en un Entorno de Personalización en Masa. Retrieved from [http://www.pomsmeetings.org/ConfProceedings/002/POMS\\_CD/Browse%20This%20CD/PAPERS/002-0280.pdf](http://www.pomsmeetings.org/ConfProceedings/002/POMS_CD/Browse%20This%20CD/PAPERS/002-0280.pdf)
- Mula Bru, J., Poler Escoto, R., & Lario Esteban, F. C. (2002). Modelos y Métodos para la Planificación de la Producción de la Cadena de Suministro bajo Incertidumbre: Una Introducción al Estado del Arte. Retrieved from [http://adingor.es/congresos/web/uploads/cio/cio2002/gestion\\_produccion/CO53.pdf](http://adingor.es/congresos/web/uploads/cio/cio2002/gestion_produccion/CO53.pdf)
- Nahmías, S. (2007). *Análisis de la Producción y de las Operaciones* (5ta ed.). México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES S.A. de C.V.
- Narasimhan, S. L., McLeavy, D. W., & Billington, P. J. (1996). *PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y CONTROL DE INVENTARIOS*. México: PRENTICE-HALL HISPANOAMERICANA, S.A.
- Partido Comunista de Cuba. (2011). *Líneamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución*. La Habana: Editora Política.

- Reza Feili, H., Shakeri Moghaddam, M., & Zahmatkesh, R. (2010). Fuzzy Material Requirements Planning. *The Journal of Mathematics and Computer Science, Vol 1, No.4*, 333-338.
- Rivera Rojas, A., & Rodríguez Mendoza, J. L. (2011). Cadena de valor de la leche y derivados. Retrieved from [http://www.unido.org/fileadmin/user\\_media/UNIDO Worldwide/LAC Programme/PPTs\\_participantes/Cuba%20cadena%20leche1.pdf](http://www.unido.org/fileadmin/user_media/UNIDO_Worldwide/LAC_Programme/PPTs_participantes/Cuba%20cadena%20leche1.pdf)
- Ronda Pupo, G. A., & Marcané Laserra, J. Á. (2003). *Apuntes sobre Dirección Estratégica* (1ra ed.). Cuba.
- Rubinfeld, H. L. *Sistemas de Manufactura* (2da ed.).
- Sadighian, A. (2009). *Dynamic Pricing Models with Competition, Production Planning and Consumer Interaction*. Tesis doctoral, COLUMBIA UNIVERSITY, Columbia. Retrieved from <http://pqdtopen.proquest.com/pqdtopen/doc/304865168.html?FMT=AI>
- Schroeder, R. G., Golstein, S. M., & Rungtusanatham, M. J. (2008). *Administración de Operaciones. Conceptos y casos contemporáneos*. (5ta ed.). México.
- Serrano Lasa, I. (2007). *Análisis de la aplicabilidad de la técnica Value Stream Mapping en el rediseño de sistemas productivos*. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias, Universitat de Girona. Retrieved from <http://www.tdx.cat/handle/10803/7957;jsessionid=69D2F410EA9AD6330F284666D7BA6C1B.tdx2>
- Smith Quintero, R., Correa Espinal, A., & Aristizábal Alberto, J. (2004). Un enfoque de análisis multiobjetivo para la planeación agregada de la producción. *Dyna, Vol 71, No. 141*, 15-27.
- Soto Henriquez, C. L. (2009). *Modelo matemático de planificación agregada de la producción y gestión del proceso de canje de cilindros en GASCO S.A.* Maestría, Universidad de Chile, Santiago de Chile. Retrieved from [http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2009/soto\\_c/html/index-frames.html](http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2009/soto_c/html/index-frames.html)
- Stoner, J. (2005). *Administración* (6ta ed.): Prentice Hall.
- Tejera Díaz, L. (2012). ¿Qué significa incumplir la producción de leche? . Retrieved from

[http://www.tvcamaguey.co.cu/index.php?option=com\\_content&view=article&id=32373:ique-significa-incumplir-la-produccion-de-leche&catid=68:Camag%C3%BCey&Itemid=86](http://www.tvcamaguey.co.cu/index.php?option=com_content&view=article&id=32373:ique-significa-incumplir-la-produccion-de-leche&catid=68:Camag%C3%BCey&Itemid=86)

- Torres Cabrera, L., & Urquiaga Rodríguez, A. J. (2007). *Fundamentos teóricos sobre gestión de producción*. La Habana: Félix Varela.
- Torres Gemeil, M., Daduna, J. R., & Mederos Cabrera, B. (2007). *Fundamentos Generales de la Logística* (1ra ed.). La Habana, Cuba: Editorial Universitaria Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca".
- Vergara Portera, R. (2006). Desarrollo de los procesos de planeación y programación de la producción en el sector manufacturero de la PYME en Bogotá. Retrieved from [http://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=38&ved=0CGsQFjAHOB4&url=http%3A%2F%2Fwww.revistaavances.co%2Fobjects%2Fdocs%2FAvances\\_5%2Fa5\\_art9\\_procesos.pdf&ei=kStVU-uVBeXgsASY3YLwCA&usq=AFQjCNF4\\_paeb9SHQ0u8eUD45CHtQhJomA&sig2=H6nQE6ZEB3yzmlG58aHxSw&bvm=bv.65058239.d.cWc](http://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=38&ved=0CGsQFjAHOB4&url=http%3A%2F%2Fwww.revistaavances.co%2Fobjects%2Fdocs%2FAvances_5%2Fa5_art9_procesos.pdf&ei=kStVU-uVBeXgsASY3YLwCA&usq=AFQjCNF4_paeb9SHQ0u8eUD45CHtQhJomA&sig2=H6nQE6ZEB3yzmlG58aHxSw&bvm=bv.65058239.d.cWc)
- Villay Pereira, A. (2013). *Análisis y desarrollo del sistema de planeación y control de la producción en una empresa de confecciones*. Tesis de grado, Universidad Autónoma de Occidente, Santiago de Cali. Retrieved from <http://bdigital.uao.edu.co/bitstream/10614/5333/1/TID01714.pdf>
- Viveros, R., & Salazar, E. (2010). Modelo de Planificación de Producción para un sistema Multiproducto con Múltiples Líneas de Producción. Retrieved from <http://www.dii.uchile.cl/~ris/RISXXIV/Viveros89.pdf>
- Vollmann, T. E., Lee Berry, W., & Whybark, D. C. (1991). *Sistemas de planificación y Control de la Producción* (Vol. Vol 1). México: Tecnología de Gerencia y Producción, S.A.

## ANEXOS

### Anexo # 1. Investigaciones doctorales consultadas sobre la planeación agregada, realizadas en el país

AUTOR	AÑO	TÍTULO	NOVEDAD
Torres Acosta	2001	Procedimiento para la Planeación Agregada en la Pequeña y Mediana Industria Manufacturera. Aplicación en el Sector Industrial Colombiano	<b>Los procedimientos desarrollados responden a las condiciones de planeación agregada y de valoración de los costos asociados, completándose con el diseño de un sistema de información pertinente para la PYME, que permitiera su aplicación exitosa.</b>

Tabla 1.1 Investigaciones doctorales consultadas sobre la planeación agregada, realizadas en el país

## Anexo # 2 Investigaciones doctorales consultadas relacionadas con la gestión de la producción, realizadas en el país

AUTOR	AÑO	TÍTULO	NOVEDAD
Gómez Acosta	1997	La planificación y control del flujo logístico en empresas de producción contra pedidos de la industria mecánica.	Se ha podido instrumentar un procedimiento para gestionar integradamente la cadena logística de la empresa en función del producto, y sus vínculos con el entorno. En el caso de Cuba, en el proceso de aumento de autonomía de las empresas, esto constituye una herramienta para sustituir la coordinación que se lograba con la gestión centralizada.
Kalenatic	1999	Modelo integral y dinámica para el análisis, planificación, programación y control de la capacidad productivas en empresas manufactureras	Modelo integral y dinámico para la planeación de capacidades a todos los niveles
Ramos Gómez	2002	Procedimiento para la mejora continua y el perfeccionamiento del sistema de planificación y control del servicio de reparación de motores. Aplicación al caso de la reparación de motores diesel.	La novedad científica principal que aporta la investigación realizada, radica en el diseño de un procedimiento general para la mejora continua del sistema de planificación y control del servicio de reparación de motores para vehículos, incluyendo, además, el diseño y adecuación de procedimientos y la selección de técnicas para la planeación en cada uno de los niveles de dicho sistema tomando en consideración las características propias de este servicio.
Martínez Delgado	2003	Modelo para la evaluación integral de un sistema de producción-distribución de medios biológicos aplicado a la agricultura urbana.	Desde el punto de vista teórico-metodológico: La concepción del propio modelo de ayuda a la decisión que responde a las exigencias del enfoque moderno gerencial, integrando las decisiones

			entre el subsistema productivo y de distribución. Esto posibilita conocer cómo enfrentar la interrelación entre posibles decisiones de los subsistemas logísticos considerados en el sistema objeto de estudio. Se destacan los siguientes aspectos:1. La combinación de métodos de programación multicriterial con métodos heurísticos y el soporte informático en tres procedimientos específicos
Negrin Sosa	2003	El Mejoramiento de la Administración de Operaciones en Empresas de Servicios Hoteleros	Se estructura y formaliza por primera vez en Cuba, un modelo que permite analizar y evaluar el desempeño de la función de operaciones en los servicios hoteleros, lográndose aportes en el plano científico al desarrollar un modelo conceptual para la Administración de Operaciones con enfoque en procesos y sus procedimientos de aplicación, que se ajustan a las particularidades de estas empresas y que integran diversos instrumentos de gestión.
Ibarra Mirón	2003	Modelo y procedimientos para el análisis y la proyección competitiva de unidades estratégicas de fabricación en la empresa manufacturera cubana	Concepción y definición de un modelo conceptual que aborda holísticamente la problemática de estudio y de un procedimiento general que, soportado unos procedimientos específicos, con sus respectivos métodos y herramientas analíticas, conjugados armónicamente, permitan determinar y evaluar el nivel de desempeño competitivo exhibido por unidades estratégicas de fabricación, precisar aquellas causales de tal comportamiento y

			<b>proyectar estratégicamente todo un proceso para la mejora competitiva de estas.</b>
Cárdenas Aguirre	2008	Modelo para el diseño del sistema de gestión de la producción con enfoque logístico: aplicaciones a PYMES metalmeccánicas de la Ciudad de Manizales - Colombia	<b>La combinación de elementos provenientes de diferentes escuelas de pensamiento en el ámbito de la gestión de la producción y la logística, dentro de un enfoque sistémico, para dar lugar a un modelo para el diseño del sistema de gestión de la producción, con enfoque logístico. El diseño de un procedimiento general y una herramienta de software aplicativo, que sistematizan las principales decisiones que son propias del sistema de gestión de la producción y la logística y facilita la apropiación y uso del modelo en cada organización.</b>
Marqués León	2013	Modelo y procedimientos para la planificación de medicamentos y materiales de uso médico en instituciones hospitalarias del territorio matancero.	<b>Los fundamentos teóricos metodológicos para la planificación de medicamentos y materiales de uso médico en instituciones hospitalarias, centrada en las características clínicas de los pacientes.</b>

Tabla 1.2 Investigaciones doctorales consultadas relacionadas con la gestión de la producción, realizadas en el país

### Anexo # 3 Investigaciones doctorales consultadas, sobre la cadena de suministro, realizadas en el país

AUTOR	AÑO	TÍTULO	NOVEDAD
Marrero Delgado	2001	Procedimientos para la toma de dediciones logísticas con enfoque multicriterio en la cadena de corte, alza y transporte de la caña de azúcar. Aplicaciones en CAI de la provincia de Villa Clara	La aplicación de una técnica novedosa a escala mundial como es la toma de decisiones multicriterio, a una de las ramas económicas más importantes del país, la cual se soportará sobre un enfoque logístico como una filosofía de avanzada en la relación ciencia-técnica-industria. La implementación de un procedimiento flexible y generalizador y sus procedimientos específicos para el análisis de un sistema logístico a partir de la teoría decisional multicriterio, de manera que contribuya, no solo a dar respuesta a la necesidad actual de la cadena logística de corte, alza y transporte de la caña de azúcar, sino que sea posible ubicar el presente estudio dentro de uno de los campos más novedosos de la Ingeniería Industrial.
González González	2002	El modelo de plataforma logística de petróleo en Cuba	Obtención de un modelo para la gestión integrada de la cadena petrolera de distribución en las condiciones de Cuba, que permita conjugar los requerimientos del servicio a los clientes con los intereses socioeconómicos y ambientales en los ámbitos local, regional y nacional. Además se establecen las bases para una posible integración internacional.
Sarrache Castro	2003	Modelo con Enfoque Estratégico y Procedimientos para Contribuir al Incremento del Nivel de Desempeño	Diseño de un modelo estratégico de mejoramiento que permite enmarcar las acciones a seguir por parte de las PyME's de confección

		de las Pyme's de Confección desde la Función de Producción. Aplicaciones en la Región del Tolima, Colombia.	y a partir del cual se diseñaron y aplicaron un conjunto de procedimientos orientados al mejoramiento integral del sistema de producción de las PyMEs de confección, que bien pueden ser extendidas a las empresas de otras regiones dentro del mismo sector económico e, inclusive, de otros sectores con sus correspondientes ajustes, cuyas aspiraciones competitivas se dirijan al mercado internacional.
Knudsen González	2005	Diseño y gestión de la cadena de suministro de los residuos agroindustriales de la caña de azúcar. Aplicación a los residuos agrícolas cañeros, el bagazo y las mieles.	<b>Un modelo conceptual y un procedimiento general para el diseño y la gestión, en los niveles táctico y operativo, de la cadena de suministro de los residuos de la agroindustria de la caña de azúcar que conjugue las decisiones estratégicas con las tácticas y operativas, a través de los diferentes factores que influyen en el desempeño de los procesos logísticos de la cadena.</b>
Pérez Campaña	2005	Contribución al Control de Gestión en Elementos de la Cadena de Suministros. Modelo y Procedimientos para Organizaciones Comercializadoras	<b>Desarrollo y adaptación, sobre bases científicas, de un modelo conceptual y un procedimiento general para el diseño del sistema de control de gestión en elementos de la cadena de suministro para las condiciones actuales de Cuba.</b>
Urquiola Sánchez	2007	Modelo para Gestionar el Cambio en el Sistema Cubano de Distribución de Combustibles	<b>La obtención de un modelo soportado en el aprendizaje con liderazgo, a partir del diseño de la Plataforma Logística de Petróleo, que permite transformar la gestión tradicional a cadenas de suministro, en un sistema donde no existen experiencias prácticas, ni capital humano formado,</b>

			contribuyéndose así al incremento de la eficiencia y eficacia en el sistema cubano de distribución de combustibles.
Evia Lanier	2008	Metodología de diseño de la cadena de suministro inversa. Una contribución a la logística reversa.	La complementación de I concepto de Logística Reversa. La metodología de diseño de C SI. La utilización del análisis morfológico para la clasificación de residuos, desechos y determinación de las fuentes de tratamiento final. El desarrollo de un Cuadro de Mando Integral para la Logística Reversa (CMILR) con la incorporación de una nueva perspectiva para el desarrollo del mapa estratégico y del indicador Grado de Integración (GI). El Modelo de Referencia de la Logística Reversa.
Escoriza Martínez	2010	Modelo y procedimiento para la gestión de la calidad integral en la cadena transfusional cubana.	La integración, en un modelo conceptual y en un conjunto de procedimientos asociados a este, de elementos de calidad, seguridad y medio ambiente, a partir de un enfoque preventivo y en procesos que considera a la cadena transfusional como una cadena de suministros, para contribuir a elevar la efectividad de la gestión de la calidad y alcanzar la excelencia a que están urgidas las instituciones del Sistema Nacional de Salud cubano.
Pérez Armador	2012	Modelo de soporte a la decisión de selección de tecnologías de información para integrar sistemas de información en cadenas de suministro	Un modelo de soporte a la decisión en la evaluación de TIC para integrar SI utilizados en la cadena de suministros de acuerdo a requerimientos de integración de la cadena, mediante un enfoque basado en lógica difusa compensatoria
Pardillo Baez	2013	Modelo de Diseño de	Obtener el Modelo de Diseño

		Nodos de Integración en las Cadenas de Suministro	de Nodos de Integración en las Cadenas de Suministro (MDNICS) en la actual situación cubana, para facilitar la gestión integrada eficiente y eficaz de las cadenas de suministro.
Acevedo Urquiaga	2013	Modelo de Gestión Colaborativa del Flujo Logístico	El desarrollo y aplicación del concepto de gestión colaborativa del flujo logístico en un modelo para el balance integrado y dinámico de inventarios, capacidades y plazos de entrega al cliente. La complementación de la Segunda Generalización de Cálculo de Capacidad como algoritmo general para el cálculo y análisis de las capacidades de los procesos del sistema logístico. La generalización de la Línea de Balance a la gestión del sistema logístico y la extensión a sistemas con restricciones de capacidad.
López Martínez	2013	Modelo de Referencia para la evaluación de la gestión de inventarios en los sistemas logísticos	Modelo de Referencia de Inventarios (MRInv), a través del cual pueda evaluarse integralmente la gestión de los inventarios y sea la base de su mejoramiento, con un análisis enfocado en los elementos y las interrelaciones entre los procesos del sistema logístico que influyen en la gestión del inventario, lo cual constituye la novedad científica.
Sablón Cossío	2014	Modelo de Planificación Colaborativa Estratégica en Cadenas de Suministro	Un Modelo de Planificación Colaborativa Estratégica en Cadenas de Suministro que propicie la integración entre los actores, en el contexto de los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución y el Plan de la Economía

			<b>Nacional, y resulte en la concepción de un plan de negocio conjunto sustentado en la selección de los tipos de estrategias de planificación colaborativa, basado en el nivel de integración de la cadena a partir del Nivel de Planificación Colaborativa.</b>
--	--	--	---

Tabla 1.3 Investigaciones doctorales consultadas, sobre la cadena de suministro, realizadas en el país

**Anexo # 4 Investigaciones doctorales consultadas, sobre la planeación agregada, realizadas en el extranjero**

<b>AUTOR</b>	<b>AÑO</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>NOVEDAD</b>
Sadighian	2009	Dynamic Pricing Models with Competition, Production Planning and Consumer Interaction	<b>Modelo matemático de programación dinámica para la planeación de la producción.</b>
Gómez Gasquet	2010	Programación de la producción en un taller de flujo híbrido sujeto a incertidumbre: Arquitectura y Algoritmos. Aplicación a la Industria Cerámica	<b>Modelo multiagente para automatizar la programación predictiva y reactiva de la producción.</b>
Latifoğlu	2012	MODELS FOR PRODUCTION PLANNING AND POWER PROCUREMENT PORTFOLIOS	<b>Modelo matemático determinístico para la optimización de la planeación de la producción</b>

Tabla 1.4 Investigaciones doctorales consultadas, sobre la planeación agregada, realizadas en el extranjero

### Anexo # 5 Investigaciones doctorales consultadas, sobre la producción ganadera.

<b>AUTOR</b>	<b>AÑO</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>NOVEDAD</b>
Villalba Mata	2000	Construcción de un Modelo Estocástico para la Simulación de Estrategias de Manejo Invernal de Rebaños en Vacas Nodrizas	<b>Modelo de simulación para el manejo de vacas nodrizas durante el invierno</b>
Beltrán Sánchez	2004	Estudio de la cadena de abastecimiento del sector agroindustrial lechero	<b>Modelo de optimización para la toma de decisiones</b>
Soares de Lima Lapetina	2009	Modelo Bioeconómico para la Evaluación del Impacto de la Genética y otras Variables sobre la Cadena Cárnica Vacuna en Uruguay	<b>Modelo matemático determinístico para la optimización de la producción de carne vacuna</b>
Avilez Ruiz	2012	<b>Caracterización de la producción bovina lechera en la IX y X Región (Chile). Desarrollo estratégico de la producción láctea con alto contenido en ácido linoleico conjugado (CLA)</b>	<b>Modelos estadísticos multivariados para el análisis de la producción láctea</b>

Tabla 1.5 Investigaciones doctorales consultadas, sobre la producción ganadera.

## Anexo # 6 Matemática fuzzy aplicada a la planeación agregada de la producción

Autor(es) y Año	Objetivo	Detalle del Enfoque
Rinks (1981, 1982a y 1982b)	Planificación de la Producción Agregada	Razonamiento Aproximado usando reglas lingüísticas
Turksen (1988a y 1988b)	Planificación de la Producción Agregada	Razonamiento Aproximado usando reglas lingüísticas
Ward (1982)	Planificación de la Producción Agregada	Razonamiento Aproximado usando reglas lingüísticas y desarrollo de un controlador basado en la Lógica Difusa
Autor(es) y Año	Objetivo	Detalle del Enfoque
Gen <i>et al.</i> (1992)	Planificación de la Producción Agregada	Programación matemática <i>fuzzy</i> : Programación Multi-Objetivo <i>Fuzzy</i>
Kacprzyk y Staniewski (1982)	Control del inventario	Inventario como un sistema <i>fuzzy</i> bajo control: Algoritmo con una sentencia condicional <i>fuzzy</i> .
Park (1987)	Modelo EOQ <i>Fuzzy</i>	Información modelada con números <i>fuzzy</i> de forma trapezoidal y transformados en entradas precisas
Lethimäki (1987)	Selección del MPS adecuado en un entorno MRP	Programación matemática <i>fuzzy</i> : Programación Multi-Objetivo <i>Fuzzy</i>
Lee <i>et al.</i> (1990)	Dimensionado del lote en un sistema MRP	Modificación del algoritmo PPB usando números <i>fuzzy</i> triangulares para modelar la incertidumbre de la demanda
Lee <i>et al.</i> (1991)	Dimensionado del lote en un sistema MRP	Modificación de los algoritmos <i>Silver Meal</i> , <i>Wagner-Whitin</i> y PPB usando números <i>fuzzy</i> triangulares para modelar la incertidumbre de la demanda
Imuguchi <i>et al.</i> (1994)	Planificación de la Producción	Comparación de la Programación Posibilista, la Programación Flexible y la Programación por Objetivos
Sommer (1981)	Planificación de la Producción	Programación Dinámica <i>Fuzzy</i>
Miller <i>et al.</i> (1997)	Planificación de la Producción en una empresa envasadora de tomate fresco	Programación matemática <i>fuzzy</i> : Programación Lineal <i>Fuzzy</i>
Pendharkar (1997)	Planificación de la Producción en la industria del carbón	Programación matemática <i>fuzzy</i> : Programación Lineal <i>Fuzzy</i>
Petrovic (1998, 1999 y 2001)	Planificación de la Producción en una cadena de suministro en serie	Modelado y simulación basado en operaciones aritméticas <i>fuzzy</i>
Du y Wolfe (2000)	MRP activo en tiempo real	Sistema híbrido que combina una base de datos orientada a objetos, controladores basados en la Lógica Difusa y Redes Neuronales
Samanta y Al-Arami (2001)	Control del inventario	Algoritmo de control PID basado en la Lógica Difusa
Wang y Fang (2001)	Planificación de la Producción Agregada	Programación matemática <i>fuzzy</i> : Programación Lineal <i>Fuzzy</i>
Hsu y Fang (2001)	Planificación de la Producción en un entorno de montaje bajo pedido	Programación matemática <i>fuzzy</i> : Programación Lineal <i>Fuzzy</i>
Reynoso <i>et al.</i> (2002)	MRP II <i>fuzzy</i>	Modelado y simulación basado en operaciones aritméticas <i>fuzzy</i>
Inoh <i>et al.</i> (2003)	Planificación de la Producción de cultivos agrícolas	Programación matemática <i>fuzzy</i> : Programación Lineal <i>Fuzzy</i> combinando coeficientes estocásticos y restricciones <i>fuzzy</i>
Mula (2004)	MRP restringido <i>fuzzy</i>	Programación matemática <i>fuzzy</i> : Programación Lineal <i>Fuzzy</i>

Tabla 1.6 Matemática fuzzy aplicada a la planeación agregada de la producción.

Fuente: (Mula Bru, Poler Escoto, & García Sabater, 2004)

## Anexo # 7 Modelos matemáticos de PAP

<b>Programación Estocástica (PE)</b>	
<b>Autores</b>	<b>Descripción</b>
Eppen y otros (1989)	Desarrollan un modelo para planificar las capacidades de un importante fabricante de automóviles. El modelo de PE se basó en escenarios de demandas con ciertas probabilidades. Además, se incorporó un análisis de riesgo.
Escudero y Kamesan (1993)	Presentan un modelo de PE para el problema del MRP ( <i>Material Requirements Planning</i> ) con incertidumbre en la demanda.
Escudero y otros (1993)	Analizan diferentes enfoques para la planificación de la producción y la capacidad utilizando PE.
Mulvey y otros (1995)	Formulan un modelo que denominan Optimización Robusta, en el que consideran la incertidumbre de forma proactiva, en lugar de reactiva, como lo hace el análisis de sensibilidad tradicional.
Karabuk y Wu (1999)	Formulan un programa estocástico para resolver el problema de la planificación agregada de un importante fabricante de semiconductores. En este caso, la planificación de la capacidad debe considerar dos puntos de vista distintos, uno relativo al producto, y el otro, desde un punto de vista del proceso. Lo más novedoso de este modelo es que estudia el efecto de la descentralización en un entorno de toma de decisiones estocástico.
<b>Teoría de los conjuntos difusos (<i>fuzzy sets</i>)</b>	
<b>Autores</b>	<b>Descripción</b>
Bellman y Zadeh (1970)	Presentan la forma de aplicar la teoría de conjuntos difusos a la toma de decisiones con incertidumbre. Los autores cuestionan el uso del enfoque probabilista ya que, según ellos, la imprecisión que normalmente se encuentra en muchas situaciones no es lo mismo que aleatoriedad.
<b>Modelos de simulación</b>	

Autores	Descripción
Albritton y otros (1999)	Presentan un modelo de planificación de la producción con incertidumbre en la demanda con dos variantes del muestreo de Monte Carlo y que denominan Optimización basada en Simulación.

Tabla 1.7 Modelos matemáticos de PAP. Adaptado de (Mula Bru, Poler Escoto, & Lario Esteban, 2002)

Autores	Año	Tipo
Holt, Modigliani, Muth y Simon	1955	Programación cuadrática
Holt, Modigliani, Muth y Simon	1955	Reglas de decisión lineal
Bowman	1956	Programación lineal. Transporte.
Manne	1958	Programación lineal
Bowman	1963	<i>Management Coefficient Model</i>
Dzielinski-Gomory	1965	Lineal y simulación
Jones	1967	Paramétrica
Shwimer	1972	Programación lineal
Lasdon-Terjung	1974	Heurístico
Goodman	1974	Programación por objetivos
Gelders-Kleindorfer	1974	<i>Branch &amp; Bound</i>
Goldvin	1975	Programación lineal
Bitran-Hax	1977	Programación lineal
Candea	1977	Programación lineal
Mellichamp y Love	1978	Heurístico (P.S.H.)
Axsäter	1979-1984	Varios modelos basados en programación matemática
Baker y Collins	1986	Programación lineal
Roundy y otros	1988	Programación por objetivos
Lin-Moodie	1989	Programación por objetivos

Tabla 1.8 Algunos modelos matemáticos de PAP.

Fuente: (Domínguez Machuca, Álvarez Gil, García González, Domínguez Machuca, y Ruíz Jiménez, 1995)

