

# Identificación de atributos para la medición del desempeño del Sistema Producto Cebada del estado de Hidalgo, México

Francisca **Santana-Robles**  
Rafael **Granillo-Macías**

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo  
Escuela Superior de Ciudad Sahagún,  
Carretera Ciudad Sahagún-Otumba s/n.  
Ciudad Sahagún, Hidalgo.  
MÉXICO.

correo electrónico (email): [profe\\_7739@uaeh.edu.mx](mailto:profe_7739@uaeh.edu.mx)  
[rafaelgm@uaeh.edu.mx](mailto:rafaelgm@uaeh.edu.mx)

Recibido 28-06-2011, aceptado 28-11-2011.

## 1. Resumen

En la cadena agroalimentaria de la cebada en México participan 55 mil productores, dos grupos fabricantes de cerveza y 10 compañías procesadoras de malta. Con esto, el país ha logrado posicionarse como el segundo país exportador de cerveza. En México, los principales productos agrícolas se clasifican como *sistema producto*, los cuales son administrados a través de un plan rector de donde se derivan los planes estratégicos a nivel nacional. El propósito de este artículo es determinar qué atributos pueden ser utilizados por las partes involucradas dentro del Sistema Producto Cebada del estado de Hidalgo, para la medición del desempeño de los objetivos y metas en cada uno de los eslabones de la cadena de suministros del Sistema Producto Cebada y de la cadena como un todo. Una vez determinados estos atributos identificar algunas métricas que permitan la medición de éstos, con el objeto de que las partes involucradas puedan establecer, evaluar, controlar y optimizar sus procesos y acciones encaminadas al cumplimiento de los planes estratégicos del Sistema Producto Cebada. La contribución del presente trabajo es proporcionar una herramienta de referencia que ayude a dar visibilidad del desempeño de cada uno de los eslabones y de la cadena de suministros completa del sistema producto cebada.

**Palabras clave:** administración de la cadena de suministros, atributos de desempeño, métricas, partes involucradas, sistema producto cebada.

## 2. Abstract (Identifying Attributes for Measuring the Performance of the Barley System-Product in Mexico)

In the agri-food production chain from barley in Mexico, 55 000 farmers, two beer manufacturers and 10 malt processing companies participate actively, becoming the second largest exporters of beer. In México the main agricultural products are classified as Product System, which are managed through a master plan from which they are derived by the national strategic plans. The purpose of this paper is to determine which attributes can be used by stakeholders in the Barley Product System in México to measure the performance of the objectives and goals in each of the links in the supply chain of barley and Product System chain as a whole. Having identified these attributes to identify some metrics to measure them, in order that stakeholders can establish, assess, monitor and optimize their processes and actions to fulfill the strategic plans of the Barley Product-System. The contribution of this paper is to provide a reference tool to help making visible the performance of each link and the entire supply chain of the Barley Product-System.

**Key words:** supply chain management, performance attribute, metrics, stakeholders, barley product system.

## 3. Introducción

En la cadena agroalimentaria de la cebada en México participan 55 mil productores, dos grupos fabricantes de cerveza y 10 compañías procesadoras de malta. Así, el país ha logrado convertirse en el segundo en exportación de cerveza a nivel mundial [1]. El apoyo y fortalecimiento de la cebada deberá ser una prioridad en la modernización del campo, ya que este es un eslabón de una industria con perspectivas internacionales como es la cerveza. En este contexto, el Plan Nacional de Desarrollo a través de Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) definió como unos de sus objetivos promover la integración

y fortalecimiento de las cadenas productivas, cuyas líneas estratégicas se centrarían en intensificar el apoyo para la creación de sociedades regionales y nacionales que favorezcan la interrelación de los productores con los gobiernos estatales, municipales y demás agentes vinculados a sus actividades, con base en los sistemas producto y cadenas productivas [2]. En este sentido, resulta indispensable contar con indicadores que permitan evaluar el desempeño de los procesos de la administración de la cadena de suministros. En este artículo, se identifican los atributos de desempeño a través de un marco de referencia basado en el modelo SCOR 2008 y propuestas de otros autores, con el objeto de identificar algunas métricas que puedan contribuir a la medición del desempeño de los objetivos y metas de las partes involucradas del sistema producto cebada.

## 4. Revisión de la literatura

### 4.1. Cadena de suministros

Una cadena de suministros (SC, por sus siglas en inglés) es aquella que está formada por todas las partes involucradas de manera directa e indirecta en la satisfacción de una solicitud de un cliente, incluyéndose a él mismo [3]. Por otro lado [4], la definen como es un sistema integrado que sincroniza una serie de procesos de negocio para: adquirir materia prima, transformar esta en producto terminado, agregar valor a estos productos, distribuir y promover estos productos a los clientes finales e intercambiar información entre los socios de negocio. De acuerdo a la Asociación Americana de Control de Producción e Inventarios (APICS por sus siglas en inglés), una SC está formada de tres "entidades" básicas: proveedores, fabricantes y detallistas. Un proveedor es aquel que abastece materiales, energía, servicios o componentes para ser utilizados en la producción de un producto o servicio. Por otro lado, un productor es aquel que recibe servicios, materiales, suministros, energía y componentes para ser usados en la creación de productos terminados. Un detallista es aquel que recibe los embarques de productos terminados para ser entregados a los consumidores (Asociación Americana de Control de Producción e Inventarios, APICS por sus siglas en inglés) [5]. Sin embargo, una SC puede ser muy compleja en la vida real, de acuerdo a la estructura del producto, por lo que no todas las cadenas de suministro tienen la misma configuración. Pueden estar formadas por entidades como: proveedores de logística de entrada, logística de salida, centros de distribución, mayoristas y minoristas. A su vez, conforman las redes de cadenas de suministros, las cuales están formadas por interconexiones complejas entre ellas [6]. Estas entidades que ejecutan los procesos pueden ser empresas, organizaciones gubernamentales o individuos, los cuales pueden ser

internos o externos a la SC, [5]. Estos individuos u organizaciones conforman el grupo de "partes involucradas" de la SC. De acuerdo a la APICS [7] una parte involucrada se define como la persona con un interés particular en una compañía, incluyendo directivos, empleados, inversionistas, clientes, proveedores, entre otros. Durante la operación de la SC se identifican cuatro tipos de flujo que conectan las entidades de la cadena: materiales y servicios, efectivo, información y logística inversa. El flujo de materiales es aquel que toma lugar desde los proveedores hasta las entidades intermedias que transforman a éstos en artículos de consumo para la distribución hacia el cliente final. El flujo de efectivo es aquel que va desde el cliente hacia atrás hasta llegar a los proveedores de materia prima. El flujo de información es aquel que se da a lo largo de la cadena de suministro hacia adelante y hacia atrás. Logística inversa (flujo inverso) se refiere al retorno de productos para reparación y reciclaje [5].

Entre las diferentes entidades que conforman la SC pueden utilizarse diferentes ambientes de producción, los cuales son: fabricación para inventario (*make-to-stock*), fabricación por orden (*make-to-order*) y fabricación por proyecto (*engineer-to-order*), el primer ambiente hace mención de tener productos terminados antes de recibir la orden del cliente, generalmente se produce de acuerdo a pronósticos de venta. El segundo se refiere a la fabricación de productos después de recibir una orden del cliente, éste es configurado únicamente en respuesta a una orden del cliente. Por último, fabricación por proyecto es aquel que incluye productos personalizados que son diseñados, desarrollados y fabricados en respuesta a un requerimiento específico del cliente [8].

### 4.2. Administración de la cadena de suministros

La administración de la cadena de suministros (SCM, por sus siglas en inglés) es el diseño, planeación, ejecución, control y monitoreo de las actividades de la SC con el objetivo de crear redes de valor, construir una infraestructura competitiva, aprovechando la logística alrededor del mundo, sincronizando el suministro con la demanda y midiendo globalmente el desempeño [7]. De igual forma [9] definen la SCM como la coordinación estratégica y sistémica de las funciones de negocio tradicionales y las tácticas a través de estas funciones de negocio dentro de una compañía en particular y a través de los negocios dentro de la SC, con el propósito de mejorar el desempeño a largo plazo de las compañías individuales y de la SC en general.

Dentro de la SCM existen cinco procesos de administración principales: planeación (*plan*), abastecimiento (*source*), fabricación (*make*), entrega (*deliver*), retorno (*return*) [8]. Estos

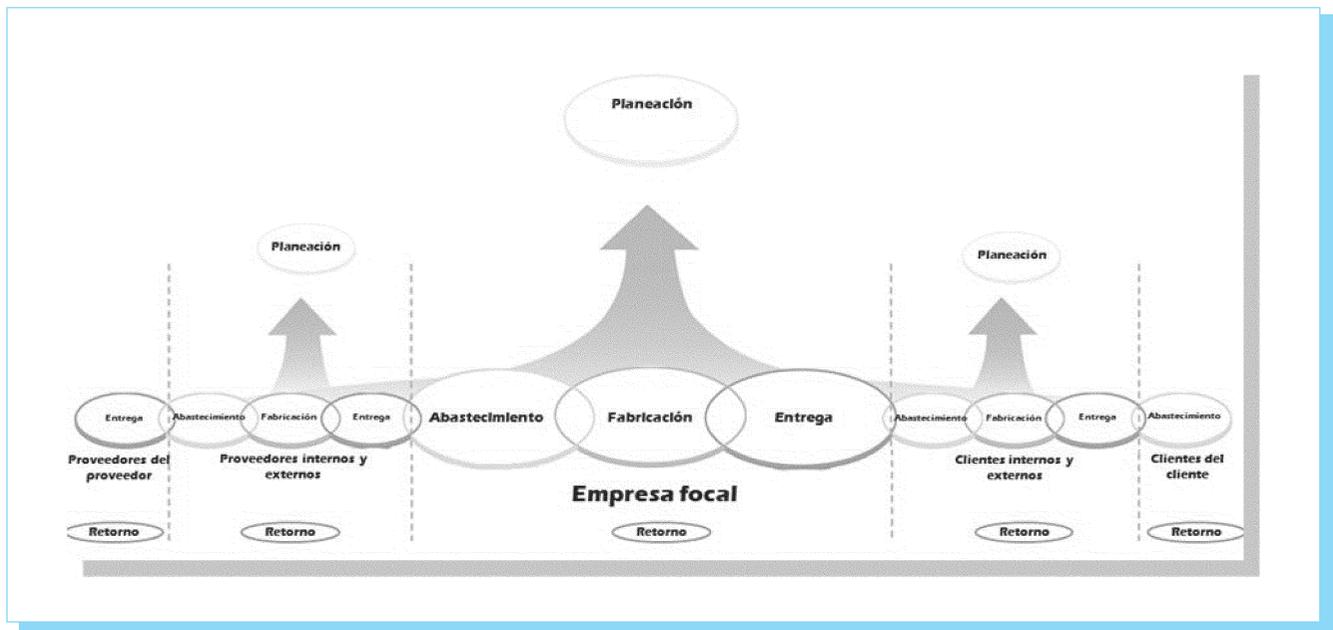


Fig. 1. Procesos de administración de la cadena de suministros, basado en [8].

procesos integran el Modelo de Operaciones de Referencia de la Cadena de Suministros (SCOR, por sus siglas en inglés). El cual es propuesto para describir, medir y mejorar el desempeño de los procesos de la cadena de suministros. Es importante mencionar que el modelo SCOR parte de una "empresa focal" considerando proveedores y clientes primarios y secundarios. Sin embargo, puede extenderse de acuerdo a la complejidad de la SC. Además, con la implementación de este modelo se busca que los miembros puedan mejorar el entendimiento de su CS y procesos asociados que les permitan mejorar el desempeño de la SC [5].

Conforme a la definición de la SC, la medición, control y monitoreo de las actividades que se dan dentro de la misma, tienen como objeto mejorar el desempeño y lograr una posición competitiva de la SC dentro del mercado. Lo anterior, se logra a través de la implementación de métricas de desempeño [8], [10], [11].

En este contexto, la APICS [7] considera la definición de métrica como sinónimo de sistema de medición del desempeño.

Donde, medición de desempeño es un sistema para recolectar, medir y comparar una medición de un estándar, un criterio específico de una operación, un objeto, un bien, un servicio o un negocio, entre otros.

### 4.3. Antecedentes del sistema producto cebada en México

En México, uno de los principales sectores económicos es el agroindustrial, el cual representó el 5.0% del Producto Interno Bruto en 2010 [12]. El sector agroindustrial se divide a su vez en subsectores: industria agroalimentaria e industria no alimentaria. Una estrategia para la industria agroalimentaria es fortalecer las capacidades técnicas, de dirección y comerciales de los actores de la cadena alimentaria y todos los aspectos relacionados con la calidad y la competitividad incluyendo el desarrollo de información que soporte la toma de decisiones. Así como, desarrollar cadenas con ventajas y beneficios entre productores, industriales, comerciantes y otros actores de los subsistemas alimentarios [13]. Dentro de la industria agroalimentaria, el cultivo agrícola de la cebada ocupa el cuarto lugar en importancia en el mundo, después del trigo, arroz y maíz [14]. En México, la cebada ocupa el quinto lugar en la producción nacional de granos, representando en términos monetarios aproximadamente 138 millones de dólares, aportando 18 y 42% entre los estados de Hidalgo y Guanajuato, respectivamente.

En el país la producción agrícola de cebada se distribuye en primer lugar en el estado de Hidalgo, el cual aporta 125 mil hectáreas para la siembra de este cultivo, seguido por el estado de Guanajuato con 45 mil hectáreas. Sin embargo, el

rendimiento de este cultivo no mantiene una proporción igual, ya que tan sólo el estado de Guanajuato obtiene un rendimiento de 5.36 ton/ha mientras que el estado de Hidalgo sólo obtiene en producción un rendimiento de 1.30 ton/ha, este fenómeno se presenta principalmente por el número de hectáreas siniestradas que merman la productividad del sector [15].

En México, se clasifican los principales productos agrícolas como sistema producto, el cual es definido como un conjunto de elementos y agentes concurrentes de los procesos productivos de productos agropecuarios, incluidos el abastecimiento de equipo técnico, insumos productivos, recursos financieros, la producción primaria, acopio, transformación, distribución y comercialización [16]. Donde se pueden encontrar sistemas producto para el agave mezcalero, agave tequilero, aguacate, ajo, algodón, arroz, cacao, café, cebada maltera y chile; en total se identifican 70 sistemas producto [2].

Para el propósito de esta investigación, resulta conveniente definir "cadena de suministros agroalimentaria". De acuerdo a Bijman [17], cadena de suministros agroalimentaria es aquella en la cual se producen y distribuyen productos agrícolas y hortícolas donde los flujos de productos e información toman lugar simultáneamente.

De acuerdo a las definiciones de sistema producto y cadena de suministros agroalimentaria se puede observar que existen similitudes en ambos conceptos.

La planeación estratégica de los sistemas producto se rige a través de un plan rector, de acuerdo a Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, SIAP [2], Plan Rector (PR) se define como el documento guía que da dirección a las acciones del comité (es la entidad ejecutiva de la concepción, diseño e implementación de la estrategia de fortalecimiento del sistema), en términos de efectividad y eficiencia, de todas las acciones encaminadas a fortalecer la cadena de valor. El PR se compone básicamente de un esquema de visión del sistema producto, de la caracterización de los actores participantes y de la definición de las estrategias que permitan la consolidación de la visión consensada del sistema. Además, los diferentes componentes del PR mantienen como hilo conductor el concepto competitividad del sistema producto de forma tal que las acciones que de él se deriven busquen privilegiadamente obtenerlo [2].

#### 4.4 Problema de investigación

De acuerdo a la problemática identificada a través del Plan Rector Nacional (PRN) del Sistema Producto Cebada (SPC) publicado en 2005, se identifican ocho áreas de oportunidad:

organización y capacitación, investigación y transferencia de tecnología, producción, beneficio y calidad, financiamiento y seguro, empresas integradoras, comercialización y capitalización. Para las cuales, se proponen diez estrategias para su fortalecimiento, con lo cual se busca que a través del tiempo se cuente con un indicador numérico para medir su avance. De acuerdo a lo anterior, resulta de gran importancia contar con indicadores de desempeño de procesos [18], [10], [19], [20], [21]. Las estrategias de fortalecimiento son: fortalecimiento de la base de conocimiento para la toma de decisiones, perfeccionamiento del modelo de gestión y organización del comité, desarrollo del esquema de evaluación y seguimiento, perfeccionamiento del proceso productivo en los eslabones del sistema producto, asignación eficiente de recursos auxiliares de no mercado, encadenamiento productivo, desarrollo de infraestructura básica, planeación de mercado, desarrollo y perfeccionamiento de los mecanismos de financiamiento y cobertura de riesgos, marco legal y regulatorio. Sin embargo, para el propósito de la presente investigación y con base en las recomendaciones del PR sólo se abordarán las estrategias que tienen relación directa con la cadena de suministros agroalimentaria (desarrollo del esquema de evaluación y seguimiento, perfeccionamiento del proceso productivo en los eslabones del sistema producto, encadenamiento productivo).

El comité del SPC integra las principales partes involucradas de la cadena de suministros de la cebada [16], cuyo propósito debería ser medir con claridad el efecto que tienen las acciones sobre metas específicas y objetivos definidos por el propio comité. Aunado a lo anterior, [22] menciona que una de las principales deficiencias de los actuales instrumentos de medidas de desempeño de la cadena de suministros no son específicas para la medición y cumplimiento de las partes involucradas, es decir, estos instrumentos de medición no responden a la propia naturaleza de los involucrados de la SC [23]. Además, el diseño de la cadena de suministros tiene implicaciones para las partes involucradas, por tanto, los indicadores clave deben ser abordados de acuerdo a ellas [24].

Con base en lo mencionado anteriormente, este artículo presenta una propuesta que permita identificar, clasificar y plantear métricas encaminadas a la medición de las metas de los propios involucrados dentro del Sistema Producto Cebada, puesto que al revisar el PR se observa que no propone ninguna herramienta para la verificación de estas metas, siendo que recomienda la utilización de indicadores de desempeño cuantitativos y cualitativos [14]. Esta misma problemática se observa en los Planes Rectores Estatales (PRE), los cuales son derivados del PRN y específicamente el definido para el estado de Hidalgo, el cual se utilizará como base en esta propuesta.

## 5. Desarrollo de la propuesta

### 5.1. Partes involucradas del SPC

El desempeño de la SC es definido por Van der Vorst [19] y Christopher [25], como el grado en el cual una SC cumple con los requerimientos del usuario final y de las partes involucradas, en este sentido, resulta conveniente definir a las partes involucradas que participan dentro del SPC para el caso del estado de Hidalgo. En la figura 2, se muestra la caracterización de los involucrados en el SPC del estado de Hidalgo, de acuerdo a la percepción de los integrantes del comité del SPC [1]. Este comité debe ser integrado por instituciones públicas competentes en la materia, organizaciones de productores, cámaras industriales y de servicio que estén involucrados directamente en la cadena producción-consumo y de los demás representantes que de conformidad con su reglamento interno establezcan los miembros del mismo [16].

De esa forma, los involucrados son agrupados como productores, proveedores y clientes. Los primeros son aquellos que se dedican al cultivo de la cebada, éstos son clasificados como productores con tecnología (que utilizan un paquete tecnológico mínimo) o sin tecnología (los que cultivan en ausencia de tecnología), además son agrupados en tres regiones: Apan, Singuilucan-Almoloya y Valle de San Javier. Por otro lado, los proveedores son aquellos que suministran algún tipo de materia prima, insumos o servicios. En la figura 2, se identifican algunos de los proveedores de materia prima

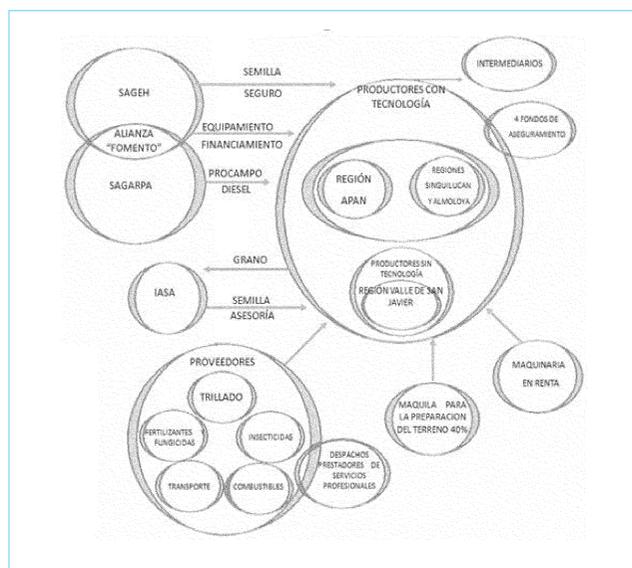


Fig. 2. Principales involucrados del SPC del Edo. de Hidalgo [1].

(semilla), insumos (diesel, equipamiento) y servicios (asesoría, seguros), estos son: SAGARPA, SAGEH (Secretaría de Agricultura del Gobierno del Estado de Hidalgo) e IASA (Impulsora Agrícola, S. A.). Sin embargo, no hay una identificación clara de las organizaciones involucradas en el suministro de aquellos insumos como: fertilizantes, fungicidas, insecticidas y combustibles; y servicios: maquila para la preparación del terreno, renta de maquinaria, trillado, transportistas, asesoría profesional y fondos de aseguramiento. Por último, IASA y otros intermediarios son los clientes del SPC, donde IASA se considera como el principal comprador, puesto que es el centro logístico de acopio para la industria maltera y cervecera.

Con base en la información de la figura 2, es posible agrupar a los involucrados de acuerdo al concepto de SC, lo anterior se realiza con el objeto identificar de forma clara a los involucrados en la cadena del SPC.

La tabla 1 muestra las principales partes involucradas que participan dentro del comité del SPC, donde se muestran las "categorías" de las partes involucradas, estas categorías representan la forma en que las partes involucradas participan dentro de la cadena, las subcategorías son las divisiones de cada una de las categorías (por ejemplo, los diferentes tipos de proveedores de acuerdo al producto o servicio que brinden) y por último se agregan algunos ejemplos específicos de cada una de estas subcategorías. Es importante mencionar que en esta Tabla se agrega una categoría llamada "reguladores" (para este artículo se denomina reguladores a las entidades de gobierno o externas que tengan participación en el SPC).

Una vez agrupadas las partes involucradas como se muestra la tabla 1, es posible ubicarlos dentro de los cinco procesos de administración de la SC de acuerdo al modelo SCOR, como se muestra en la figura 3. Para esta investigación se toma a los productores como empresa focal, puesto que el mismo PR los considera como el eje principal del SPC, esto es debido a uno de los objetivos que plantea el Plan Nacional de Desarrollo para el fortalecimiento del sector rural. El primer proceso es el de la planeación que rige a toda la cadena del SPC, a través del cual se generan planes individuales para cada eslabón de la misma. Partiendo de los productores como eje focal, se tiene a la izquierda a los proveedores, los cuales se caracterizan en la tabla 1. De la misma forma, a la derecha se ubican los clientes, los cuales se agrupan en intermediarios, fabricantes y minoristas. Dentro del SPC también se encuentran las entidades de tipo regulador, cuyas funciones principales son promover, controlar y legislar las actividades a lo largo del SPC.

Una vez definidas las partes involucradas que integran el SPC y ubicadas dentro de los procesos de la administración

**Tabla 1.** Principales partes involucradas del SPC del estado de Hidalgo.

Parte involucrada	Categoría	Ejemplo
<b>Proveedores</b>	semillas	IASA
	insumos	fertilizantes
	logística	transportista
	energía	CFE
	contratista	trillado
	consultores	despachos
<b>Productor</b>	equipamiento	maquinaria
	aseguradoras	fondos
<b>Intermediario</b>	regiones	productores con tecnología
<b>Fabricante</b>	acopiadores	IASA
<b>Minorista</b>	producción de malta	industria de la cerveza
<b>Regulador</b>	detallista	consumidor
	gobierno	SAGARPA

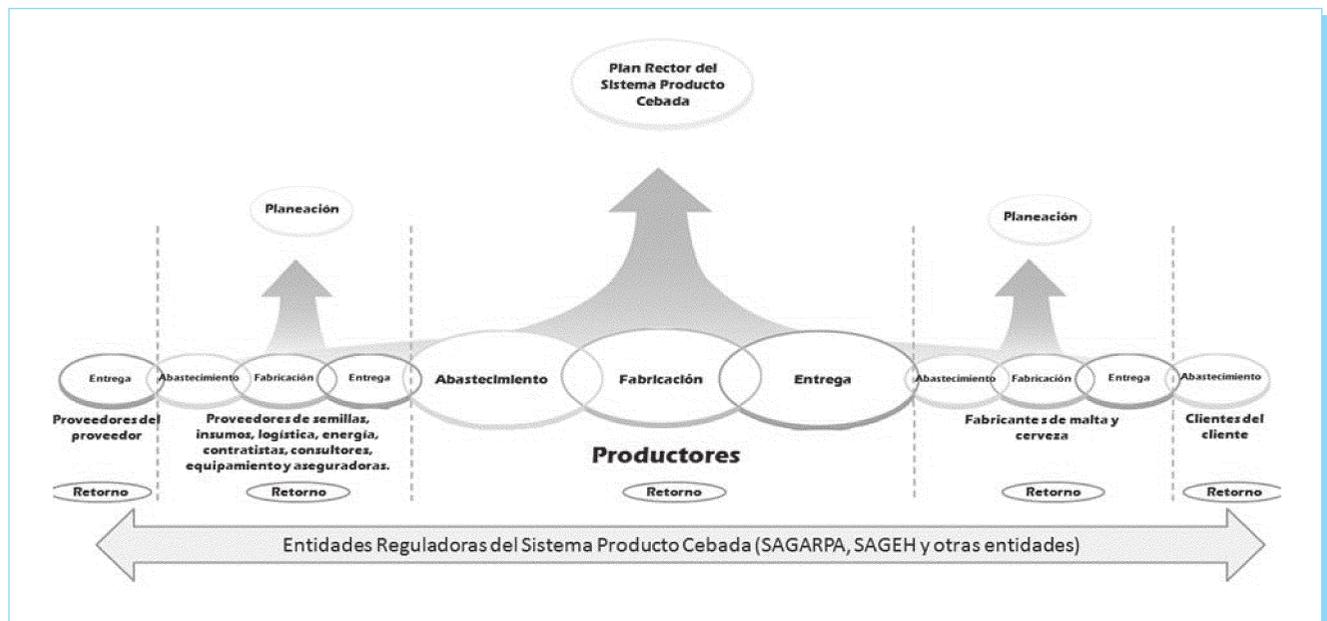
Fuente: elaboración propia con datos de [1].

de la SC, se procede a identificar los atributos y métricas de desempeño que permitan medir el cumplimiento de sus requerimientos y, a su vez, ayuden a establecer al comité del SPC un punto de comparación y evaluación de cambios a través del tiempo, tal como lo propone [19], [11], [26], [10] y [25], esto se desarrollará en la siguiente sección.

## 5.2 Identificación de los atributos de desempeño para el SPC y su conceptualización

El proceso de medición del desempeño es fundamental para el ambiente actual de negocios [26], ya que a través de éste se puede conocer, evaluar, controlar y corregir el desempeño de los objetivos estratégicos de una organización en particular, o bien de la SC completa. Debido a ello, es importante el establecimiento de métricas que permitan monitorear el estado presente y futuro de planes de acción estratégicos [26]. Por otro lado, [27] señala que una métrica es la forma de traducir cuantitativamente las metas estratégicas de la organización. En [28] se menciona que la única manera de evaluar la SC es a través de la implantación de medidas (métricas) de desempeño. El desempeño de la SC es un conjunto de mediciones de desempeño que depende del comportamiento de cada una de las etapas de la cadena y de sus respectivos procesos que se ejecutan en estas etapas. [10] Clasifica las medidas de desempeño en cualitativas y cuantitativas. Algunos ejemplos de las primeras son: satisfacción del cliente, flexibilidad, integración de flujo de materiales e información, administración del riesgo, desempeño del proveedor, entre otras. Las medidas cuantitativas se basan en dos categorías: (1) objetivos basados, directamente, en costo o ganancia y (2) objetivos basados en una medición de respuesta al cliente. Como ejemplos de las basadas a costos

de la SC, se procede a identificar los atributos y métricas de desempeño que permitan medir el cumplimiento de sus requerimientos y, a su vez, ayuden a establecer al comité del SPC un punto de comparación y evaluación de cambios a través del tiempo, tal como lo propone [19], [11], [26], [10] y [25], esto se desarrollará en la siguiente sección.



**Fig. 3.** Caracterización de procesos del SPC de acuerdo al modelo SCOR, elaboración propia, basado en información de [1].

se tienen: minimización de costos, maximización de ventas, maximización de utilidades, minimización de la inversión en inventario y maximización del retorno de inversión. Para el caso de las medidas basadas en la respuesta al cliente se tienen los siguientes ejemplos: maximización del nivel de cumplimiento, minimización de la entrega de productos tardíos, minimización del *lead time* y minimización de la duplicidad de funciones (véase tabla 2).

Autores como Van der Vorst [29] y Gunasekaran [20] identifican tres principales niveles jerárquicos, los cuales son: a nivel red, a nivel organización y a nivel proceso. El primero contiene indicadores que sirven como punto de referencia para evaluar el desempeño de cada miembro de la SC, como por ejemplo, la contribución de cada miembro en el valor agregado a la SC (como un todo) y el retorno de la inversión. Los indicadores a nivel organización evalúan la eficiencia y efectividad de la planeación y control de actividades, como por ejemplo, el plazo de entrega (*lead time*), los niveles de

inventario, la confiabilidad en la entrega, la calidad del producto, entre otros. Por último, los indicadores a nivel proceso se refieren a los recursos utilizados en la SC (el rendimiento de un proceso o el grado de utilización), como se muestra en la tabla 3.

Por otro lado, el modelo SCOR plantea cinco atributos de desempeño, donde atributo es definido de acuerdo al diccionario de APICS como una descripción de un artículo o servicio que especifica la presencia o ausencia de algo, como por ejemplo "a tiempo" o "tarde" [7]. Estos atributos son: confiabilidad, respuesta, agilidad, costo y activos, los cuales a su vez, son agrupados en dos categorías: con enfoque al cliente y con enfoque a la organización. Los atributos son medidos a través de un conjunto de métricas de desempeño, estas son estructuradas de forma jerárquica en diferentes niveles, la tabla 4 muestra las métricas del nivel uno. Las métricas del nivel dos están asociadas con un subconjunto de proceso, por ejemplo para el cumplimiento de la orden perfecta, las métricas en el nivel dos son: porcentaje de órdenes cumplidas, desempeño de la entrega al cliente de acuerdo a la fecha

**Tabla 2.** Medidas de desempeño en el modelado de la cadena de suministros (basado en [10]).

Base	Medida de desempeño
Costo	Minimizar costo
	Minimizar los niveles de inventario promedio
	Maximizar la ganancia
	Minimizar la cantidad de inventario absoluto
Respuesta al cliente	Alcanzar el objetivo de nivel de servicio (tasa de cumplimiento)
	Minimizar la probabilidad
	Minimizar la probabilidad de producto faltante
Respuesta al cliente y costo	Minimizar la varianza de la demanda del producto
	Maximizar los beneficios del comprador - proveedor
Costo y tiempo de la actividad	Minimizar el número de días y el costo total de la actividad
Flexibilidad	Maximizar la capacidad disponible del sistema

**Tabla 3.** Los tres niveles de jerarquía de la cadena de suministro agroalimentaria [29].

Nivel	Indicador de desempeño
Red de la SC	Disponibilidad del producto en el anaquel
	Calidad del producto
	Respuesta
	Confiabilidad de la entrega
Organización	Costo total de la SC
	Nivel de inventario
	Tiempo de ciclo
	Respuesta
Procesos	Confiabilidad de la entrega
	Costos totales de la organización
	Respuesta
	Tiempo de proceso
	Costo de proceso
	Rendimiento del proceso

compromiso, precisión de la documentación y condición perfecta.

Estas propuestas pueden aplicarse de forma general para cualquier tipo de industria u organización. Sin embargo, es necesario poder identificar y agrupar las métricas de acuerdo a las necesidades de una SC en particular, debido a las características y complejidad de la misma, y que a su vez den respuesta a los requerimientos de los involucrados en la SC [19], [25]. Por lo que, en este contexto y una vez ubicados a los involucrados de nuestro del presente trabajo (SPC) se procede a identificar los atributos necesarios para medir el logro de los objetivos de las partes involucradas a través de distintas métricas.

Por lo mencionado anteriormente, es necesario basarse en la propuesta de [11] quienes hacen una revisión de la literatura de los indicadores de desempeño existentes, y a partir de ello establecen los atributos y métricas de desempeño para una SC agroalimentaria. La figura 4 muestra los atributos de desempeño para la SC agroalimentaria, los cuales son: eficiencia, flexibilidad, respuesta, calidad del alimento y confiabilidad. A esta propuesta se agrega el atributo confiabilidad,

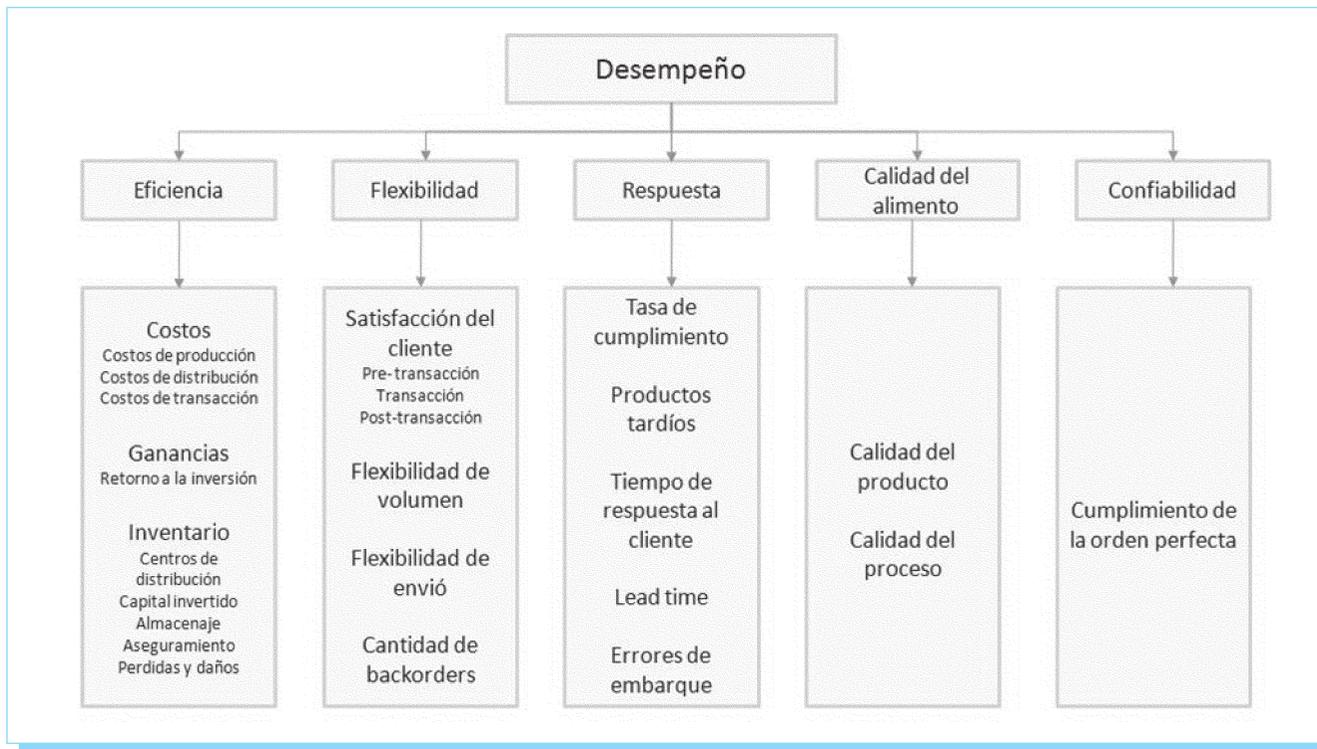
puesto que, para el caso del SPC es necesario medir el cumplimiento de la orden perfecta, esto es, condición perfecta (cantidad adecuada, en el tiempo adecuado y con las condiciones solicitadas por el cliente), documentación precisa, porcentaje de órdenes completas, entre otros.

Una vez identificadas a las partes involucradas del SPC y a los atributos de desempeño que pueden ser considerados dentro de los procesos del SPC, es posible construir un marco de referencia donde se incluyen algunos ejemplos de métricas con base en la relación de los atributos y las partes involucradas, como se muestra en la tabla 5. En esta tabla se agrupan a las partes involucradas del SPC de acuerdo al eslabón en el que participan dentro de la SC, incluyendo a los organismos identificados como reguladores que tienen influencia en la misma.

Además, dentro de los atributos se identificaron algunas métricas relacionadas con éstos, por ejemplo, dentro del atributo "eficiencia" se ubican las métricas: costos, ganancias e inventarios y finalmente se ubicaron las métricas que pueden ser de interés para las diferentes partes involucradas de acuerdo a los procesos que ellos desempeñan con base en el mapeo de procesos del SPC (véase figura 5).

**Tabla 4.** Los procesos del modelo SCOR.

Métricas de nivel 1	Atributos de desempeño				
	Enfocados al cliente			Enfocados a la organización	
	Confiabilidad	Respuesta	Agilidad	Costo	Activos
Cumplimiento de la orden perfecta	■				
Tiempo de ciclo del cumplimiento de la orden		■			
Flexibilidad de la cadena de suministros hacia atrás			■		
Adaptabilidad de la cadena de suministros hacia atrás			■		
Administración del costo de la cadena de suministros				■	
Costos de los bienes vendidos				■	
Tiempo de ciclo de efectivo a efectivo					■
Retorno del capital de trabajo					■



**Fig. 4.** Atributos de desempeño y ejemplos de métricas para el SPC, elaboración propia basada en la propuesta de [11].

**Tabla 5.** Marco de referencia de atributos de desempeño para las diferentes partes involucradas.

		Atributos														
		Eficiencia			Flexibilidad			Respuesta			Calidad del Alimento		Confiabilidad			
Métrica	Involucrado	Costos	Ganancias	Inventario	Satisfacción del cliente	Flexibilidad de volumen	Flexibilidad del envío	Cantidad de backorder	Tasa de cumplimiento	Productos tardíos	Tiempo de respuesta al cliente	Lead Time	Errores de embarque	Calidad del producto	Calidad del proceso	Cumplimiento de la orden perfecta
		Clientes	Minoristas				✓	✓	✓		✓	✓				✓
Fabricantes					✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Intermediarios				✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓			✓		✓
Empresa Focal	Comité	✓	✓	✓										✓	✓	
	Productores	✓	✓	✓										✓	✓	
Proveedores	Semillas				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓
	Aseguradoras															
	Contratistas								✓			✓				
	Logística				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓
	Insumos				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓
Reguladores		✓	✓	✓										✓	✓	

Este mapeo se realiza tomando como referencia el modelo SCOR 2008, donde se ubican los cinco procesos de la administración de la SC (planeación, procuración, fabricación, entregas y retornos), tomando en cuenta el ambiente de fabricación. Estos procesos se identifican como "P1" planeación de la SC, "P2" planeación de la procuración, "P3" planeación de la fabricación, "P4" planeación de las entregas. El proceso P1 se encuentra determinado como eje estratégico del propio Plan Rector del SPC, el cual lo integra el propio comité y los productores que se consideran como empresa focal; del proceso P1 derivan entonces los planes operativos P2, P3 y P4 los cuales se ubican en los proveedores y clientes, por ejemplo un proceso P2 será realizado por los proveedores de insumos con el fin de asegurar el abasto de sus productos, mientras que los productores deberán con base en P1 desarrollar estrategias de P2, P3 y P4 que definan el abasto, producción y entrega hacia los clientes. Una vez definido el proceso de planeación, se deberán integrar los procesos de procuración, fabricación, entrega y retornos de acuerdo al propio ambiente de fabricación en el que se encuentre. Es decir, "S1" indica un proceso de procuración para inventario, "S2" indica un proceso de procuración para fabricación por orden, "S3" indica un proceso de procuración para fabricación por proyecto, "M1" indica un proceso de fabricación para inventario, "M2"

indica un proceso de fabricación por orden, "M3" indica un proceso de fabricación por proyecto, "D1" indica un proceso de entrega para fabricación para inventario, "D2" indica un proceso de entrega para fabricación por orden, "D3" indica un proceso de entrega para fabricación por proyecto, "SR1" "DR1" hacen referencia a un proceso de retornos de productos defectuosos desde el cliente hacia el proveedor. El proceso P1 lo debería establecer el comité del SPC y a partir de este se derivan los procesos para la procuración dentro de la cadena (es decir, de todas aquellas partes involucradas que realicen funciones de reabastecimiento, como en el caso de proveedores de insumos, productores, intermediarios, fabricantes y centros de distribución); de la misma forma los procesos P3 y P4 surgen de P1 y son llevados a cabo por las partes involucradas que desarrollan funciones de fabricación y entrega; partiendo de estos procesos de planeación deben establecerse los procesos de procuración (S1, S2, y S3), los procesos de fabricación (M1, M2 y M3), los procesos de entrega (D1, D2 y D3) y los procesos de retorno (SR1 y DR1), tal como se muestra en la figura 5.

Por último, en la tabla 6 las partes involucradas se agrupan como reguladores, proveedores, empresa focal y clientes donde para cada una de ellas se determinan los atributos de

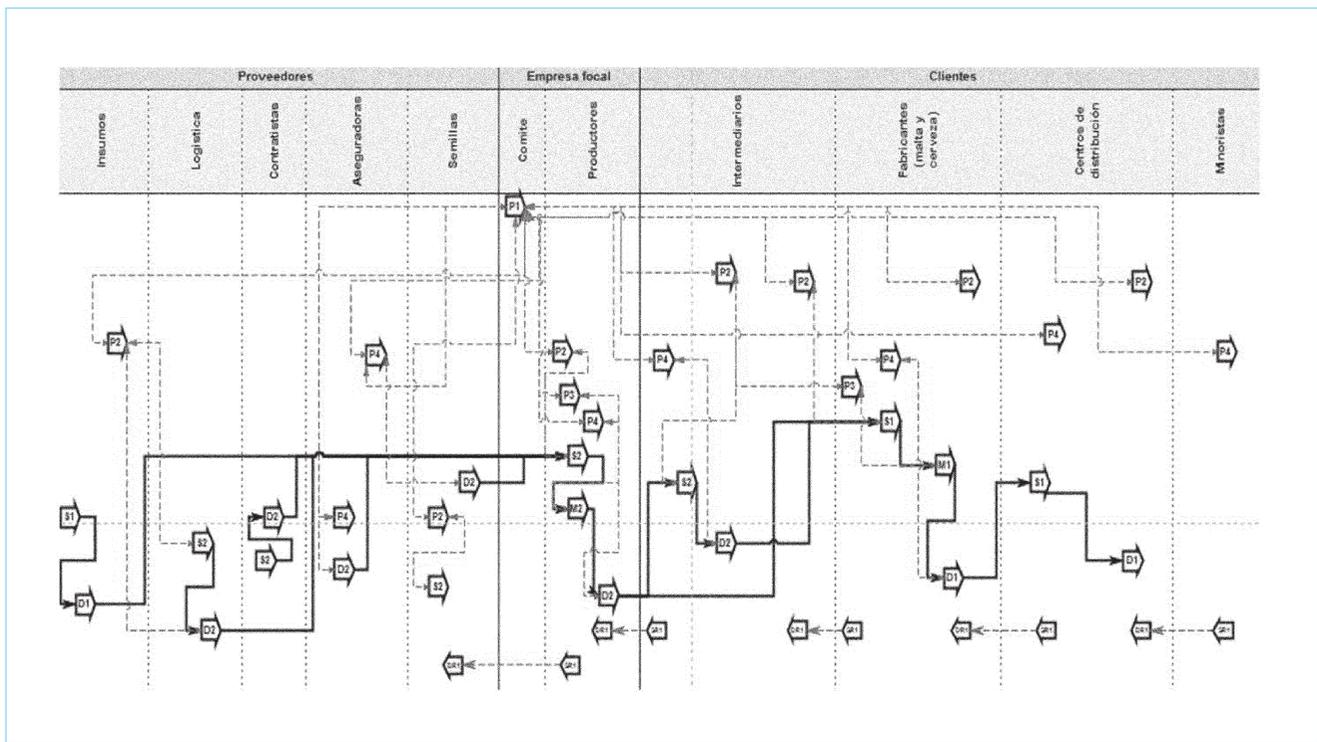


Fig. 5. Mapeo de procesos de administración de la cadena de suministros para el SPC.

desempeño de acuerdo a la naturaleza de su propio negocio, por ejemplo, los clientes estarían interesados en evaluar la flexibilidad (satisfacción del cliente, flexibilidad del volumen, flexibilidad del envío y cantidad de *backorders*), la respuesta (tasa de cumplimiento, productos tardíos, tiempo de respuesta al cliente, *lead time* y errores de embarque), calidad del alimento (calidad del producto y calidad del proceso) y

confiabilidad (cumplimiento de la orden perfecta), a partir de estos atributos se propone el uso de algunas métricas que den respuesta a los mismos, como son flexibilidad del volumen, tasa de cumplimiento, calidad del producto y cumplimiento de la orden perfecta, entre otras. Donde la colección de datos para su cálculo se obtiene de la información que proporcionan los procesos de la SCM del SPC.

**Tabla 6.** Ejemplos de métricas para la medición de los procesos de las diferentes partes involucradas en el SPC.

	Atributo de desempeño	Métrica de desempeño	Definición de la métrica	Cálculo	Colección de datos
Clientes	Flexibilidad	Flexibilidad del volumen	Mide el número de días para alcanzar un incremento sostenible no planeado del 20% en la producción, con el supuesto de que no hay restricciones de materia prima.	Flexibilidad del volumen = volumen actual de fabricación + volumen de fabricación adicional + mano de obra directa disponible + disponibilidad de capital + inventario actual en proceso y de producto terminado + capacidad instalada de planta necesaria para el volumen actual + ... + tiempo de fabricación de la orden actual.	La colección de datos se realiza a través de los elementos de los procesos de producción (Procesos M1 y M2).
	Respuesta	Tasa de cumplimiento	Mide el desempeño de la entrega de productos terminados usualmente expresada como un porcentaje.	Cantidad de órdenes entregadas/cantidad de órdenes recibidas.	La colección de datos se realiza a través de los elementos de los procesos de entrega (Procesos D1 y D2).
	Calidad del alimento	Calidad del producto	Esta métrica mide los parámetros y características que debería reunir el grano de cebada maltera para poder ser objeto de comercialización, en base a la norma NM X-FF-043-1982.	Calidad del alimento (grano) = humedad (11.5-13.5%) + tamaño del grano $\geq$ 85% + granos desnudos y o quebrados $\leq$ 5% + impurezas $\leq$ 2%	La colección de datos se realiza a través de los elementos de los procesos de procuración (Procesos S1 y S2).
	Confiabilidad	Cumplimiento de la orden perfecta	Mide el porcentaje de órdenes entregadas en tiempo y completas al cliente en la fecha requerida.	Órdenes del cliente entregadas en tiempo, completas, con la cantidad correcta, en tiempo y con el empaque correcto / total de número de órdenes del cliente.	La colección de datos se realiza a través de los elementos de los procesos de entrega (Procesos D1 y D2).
Empresa Focal	Eficiencia	Costos	Mide el costo directo de los materiales y la labor para producir un producto o servicio.	Costos de materia prima e insumos + costos directos de fabricación (preparación del terreno, siembra o plantación, fertilización, control de malezas, control de plagas o enfermedades y cosecha) + costos indirectos de fabricación	La colección de datos se realiza a través de los elementos de los procesos de procuración y fabricación (Procesos S2, M2 y D2).
	Calidad del alimento	Calidad del proceso	Mide las características técnicas necesarias para asegurar la calidad del proceso	preparación de terreno + rotación de cultivos + tecnología ( siembra, riego, fertilización y recolección)	La colección de datos se realiza a través de los elementos de producción (M2).
Proveedores	Flexibilidad	Flexibilidad de envío	Es el número de días requerido para alcanzar un incremento sostenible no planeado del 20% en la cantidad de entregas, con el supuesto de que no existe otro tipo de restricciones.	Flexibilidad del envío = volumen de entregas actual + volumen de entregas adicional + disponibilidad de mano de obra + capacidad de equipo interno y externo (SPL) necesarios para el volumen de entregas actual + ... + requerimientos de capital actual.	La colección de datos se realiza a través de los elementos de los procesos de entregas (Procesos D1 y D2).
	Respuesta	Lead time de la orden	Mide el número de días desde la recepción de la orden del cliente hasta la entrega del bien o servicio.	Lead time de la orden = tiempo de preparación de la orden + tiempo de espera + tiempo de procesamiento + tiempo de transporte + tiempo de recepción e inspección.	La colección de datos se realiza a través de los elementos de los procesos de procuración, entregas y retornos (Procesos S1, S2, D1, D2, DR1 y SR1).
	Confiabilidad	Cumplimiento de la orden perfecta	Mide el porcentaje de órdenes entregadas en tiempo y completas en base a los requerimientos del cliente.	Cumplimiento de la orden perfecta = cantidad de órdenes completas entregadas en tiempo, concordando en precio, características del producto y cantidad / número total de órdenes del cliente.	La colección de datos se realiza a través de los elementos de los procesos de procuración, entregas y retornos (Procesos S1, S2, D1, D2).
Reguladores	Eficiencia	Ganancias(precio)	Mide y determina el precio de la semilla para su compra y comercialización.	Se determina a partir de información sobre precios y mercados	Esta información es obtenida de mercados externos (la cual está fuera del alcance de este estudio)
	Calidad del alimento	Calidad del producto	Mide el cumplimiento a las normas sanitarias de inocuidad y calidad agroalimentarias.	Normas fitosanitarias, normas oficiales sanitarias, etc.	La colección de datos se realiza a través de los elementos de los procesos que se desempeñan a lo largo de la cadena de suministros, como son: procuración, producción, entregas y retornos (Procesos S1, S2, D1, D2, M1, M2, DR1 y SR1).

## 6. Conclusiones

En el presente trabajo se identificaron y clasificaron las partes involucradas del SPC del estado de Hidalgo de acuerdo a la definición de SC. Una vez clasificados, se analizaron los procesos relacionados a la SCM que se desarrollan en cada uno de estos eslabones y se realizó un mapeo de los principales procesos. A partir de este mapeo y de la naturaleza de estos procesos se eligieron algunos ejemplos de métricas para los cinco atributos de desempeño del SPC. Estas métricas pueden ser utilizadas para el seguimiento y evaluación de los objetivos estratégicos en los diferentes eslabones de la SC del SPC y para la cadena como un todo.

A través de la identificación de las métricas de desempeño, es posible formular un marco de referencia que permita evaluar el estado actual y futuro, donde resulta importante incluir a las partes involucradas en la cadena de suministros, con el fin de captar los atributos clave que derivaran en indicadores tanto cualitativos como cuantitativos. En específico, con la identificación de estas métricas, permitirá a la planeación del sistema producto vincular acciones que aseguren el cumplimiento de estos objetivos y metas, además, dará mayor visibilidad a lo largo de la SC al compartir información relacionada a lo que esperan los integrantes del sistema producto cebada.

Como trabajos futuros se propone realizar un estudio donde las diferentes partes involucradas hagan uso de estas métricas con el objeto de conocer la factibilidad práctica de las mismas en el SPC. Otra propuesta es investigar la conveniencia del uso de estas métricas en otros sistemas producto. Como un tercer trabajo se propone llevar a cabo un estudio que permita conocer algunos indicadores de competitividad del SPC a través de la aplicación de éstas métricas.

## 7. Referencias

- [1] "Plan Rector del Sistema Producto Cebada del Estado de Hidalgo. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación", recuperado de [http://www.sagarpa.gob.mx/agricultura/Publicaciones/SistemaProducto/Lists/Cebada%20 Maltera/Attachments/3/pr\\_hgo.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/agricultura/Publicaciones/SistemaProducto/Lists/Cebada%20Maltera/Attachments/3/pr_hgo.pdf)
- [2] "SIAP Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación", recuperado de <http://www.campomexicano.gob.mx/campo/index.php>
- [3] S. Chopra, y P. S. C. Meindl, *Management: Strategy, Planning and Operations*, Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2004.
- [4] D. Lambert, y M. Cooper, "Issues in supply chain management". *Industrial Marketing Management*. vol. 29, núm. 1, 2000, pp. 65-83.
- [5] APICS, "Certified Supply Chain Professional", Learning System Alexandria, Virginia: APICS, 2006.
- [6] N. Raghavan, y N. Viswanadham, "Performance analysis of supply chain networks using Petri nets". *Proceedings of 38th Conference on Decision and Control*, 1999, vol 1, pp. 57-62.
- [7] APICS, *APICS Dictionary*, 12<sup>th</sup> ed. Alexandria, Virginia: APICS, 2008.
- [8] Supply-Chain Council, "Supply-Chain Operations Reference-model SCOR", 2008, recuperado de <http://www.supply-chain.org>.
- [9] J. Mentzer, W. De Witt, J. Keebler, S. Min, N. Nix, C. Smith, y Z. Zacharia, "Defining supply chain management", *Journal of Business Logistics*, 2011, vol. 22, núm. 2.
- [10] B. Beamon, "Supply chain design and analysis: models and methods", *International Journal of Production Economics*, 1998, vol. 55, núm. 3, pp. 281-294.
- [11] L. Aramyan, C. Ondersteijn, O. Van Kooten, y A. Oude Lansink, *Performance indicators in agri-food production chains*, Springer, 2006, pp. 47-64.
- [12] "Monitor Agroeconómico. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación", recuperado de [http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/documents/estudios\\_economicos/monitorestatal/](http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/documents/estudios_economicos/monitorestatal/)
- [13] D. Schimmelpfennig, y G. Norton, "What is the value of agricultural economics research?", *Amer. J. Agr. Econ.* 2003, vol. 85, núm. 1, pp. 81-94.
- [14] "Plan Rector Sistema Nacional Cebada. Secretaría de Agricultura. Ganadería. Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación", recuperado de [http://www.sagarpa.gob.mx/agricultura/Publicaciones/SistemaProducto/Lists/Cebada%20Maltera/Attachments/1/prn\\_cebada.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/agricultura/Publicaciones/SistemaProducto/Lists/Cebada%20Maltera/Attachments/1/prn_cebada.pdf)
- [15] "SISPRO. Sistemas-Producto. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación", recuperado de [www.campo.mexicano.gob.mx/portal\\_sispro/](http://www.campo.mexicano.gob.mx/portal_sispro/)
- [16] "Ley de Desarrollo Rural Sustentable" (última reforma publicada 26-05-2011), *Diario Oficial de la Federación*, México, Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión.
- [17] W. Bijman, "Essays on agricultural cooperatives: governance structure in fruit and vegetable chains". Proefschrift Rotterdam, recuperado de <http://www.lei.wageningen-ur.nl/publicaties/PDF/2002>
- [18] A. Neely, J. Mills, K. Platts, M. Gregory, y H. Richards, "Realizing strategy through measurement". *International Journal of Operations & Production Management*, 1994, vol. 14, núm. 3, pp. 140-152.

- [19] J. Van der Vorst, "Performance measurement in agri-food supply-chain networks", *Logistics and Operations Research Group*,. 2006, pp. 14-24.
- [20] A. Gunasekaran, C. Patel, y R. McGaughey, "A framework for supply chain performance measurement", *International Journal of Production Economics*, 2004, vol. 87, núm. 3, pp. 333-347.
- [21] J. Kleijnen, y M. Smits, "Performance metrics in supply chain management", *Journal of the Operational Research Society*, 2003, vol. 54, núm. 5, pp. 507-514.
- [22] B. Beamon, "Performance measures in supply chain management". En *Conference on Agile and Intelligent Manufacturing Systems*Troy, New York, 1996.
- [23] X. Gellynck, B. Vermeire y J. Viaene, "Innovation and networks in the food sector: Impact of regional factors". *99<sup>th</sup> EAAE Seminar on Trust and Risk in Business Networks*, U. of Bonn, Alemania, 2006,. pp.143-154.
- [24] APICS, *Operations Management Body of Knowledge Framework*. Chicago, Illinois, APICS, 2011.
- [25] M.Christopher, *Logistics and supply chain management: strategies for reducing costs and improving services*, 2<sup>a</sup> ed., London, Prentice Hall, 1998.
- [26] J. Borges, "Measuring performance in supply chain. A framework". *Information Systems Journal*, 2004, vol. 1, pp. 1-6.
- [27] P. Fenies, M. Gourgand, y N. Tchernev, "A framework for supply chain performance evaluation", *Congresso Internacional de Pesquisa em Logistica*. Brasil, 2004.
- [28] D. Lambert, y R. Burduroglu, "Measuring and selling the value of logistics", *Logistics Management*, 2000, vol. 11.
- [29] J. Van der Vorst, "Effective food supply chains: generating, modelling and evaluating supply chain scenarios. Proefschrift Wageningen", recuperado de <http://www.library.wur.nl/wda/dissertations>.

# Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas  
de América Latina y el Caribe,  
España y Portugal

[www.redalyc.uaemex.mx](http://www.redalyc.uaemex.mx).