



Rivar

REVISTA IBEROAMERICANA DE
VITICULTURA, AGROINDUSTRIA
Y RURALIDAD

Editada por el Instituto
de Estudios Avanzados de la
Universidad de Santiago de Chile

MEDICIÓN DE INCERTIDUMBRE DE DEMANDA DE LA CADENA DE SUMINISTRO DEL VINO



*Measurement of Demand Uncertainty in the
Wine Supply Chain*

*Medição de incerteza de demanda da
cadeia de suministro do vinho*

Luis Armando Camino Cabrejos
Universidad de Lleida
Lleida, España
<https://orcid.org/0000-0001-9739-9254>
scmchile@gmail.com

Juan Pablo Vargas Norambuena
Universidad Santiago de Chile
Santiago, Chile
<https://orcid.org/0000-0002-0783-0221>
juan.vargas@usach.cl

Vol. 12, N° 35, 154-175, abril de 2025
ISSN 0719-4994

Artículo de investigación
<https://doi.org/10.35588/01jbbd18>

Recibido

29 de mayo de 2024

Aceptado

4 de junio de 2024

Publicado

4 de abril 2025

Cómo citar

Camino Cabrejos, L.A. y Vargas, J.P. (2025). Medición de incertidumbre de demanda de la cadena de suministro del vino *RIVAR*, 12(35), 154-175.
<https://doi.org/10.35588/01jbbd18>

ABSTRACT

Supply chains face increased uncertainty, which must be considered in tactical and operational decisions. There is a gap between the models proposed in research and actual practice. The objective of this research is to bridge this gap by providing findings in product classification based on the measurement of supply chain uncertainty. A case study of a winery in Chile is presented and empirical methods of product classification are reviewed. Two qualitative methods and one quantitative method are applied to measure the uncertainty of product demand. It is concluded that the quantitative method is superior in the operational and tactical decisions of the supply chain. The novelty lies in the application of a 2x2 matrix graphic quantitative method based on demand behavior that classifies products in a way that is useful for an integrated inventory management model. This article opens the door to future research that replicates this methodology in other industries with real cases to reduce the gap between theory and practice.

■ KEYWORDS

Uncertainty of demand, supply chain, production and inventory management, product categorization, wine industry.

RESUMEN

Las cadenas de suministro enfrentan una mayor incertidumbre, la que debe ser considerada en las decisiones tácticas y operativas. Existe una brecha entre los modelos propuestos en la investigación y la práctica real. El objetivo de esta investigación es contribuir a cerrar dicha brecha, aportando hallazgos en la clasificación de productos basados en la medición de la incertidumbre de la cadena de suministro. Para ello, presentamos un caso de estudio de una viña en Chile, donde revisamos cuáles son los métodos empíricos de clasificación de productos. Se aplican dos métodos cualitativos y un método cuantitativo para medir la incertidumbre de la demanda de productos. Se concluye que el método cuantitativo es superior en las decisiones operativas y tácticas de la cadena de suministro. La novedad radica en la aplicación de un método cuantitativo gráfico de matriz 2x2 basado en la incertidumbre de la demanda que clasifica los productos en forma útil para un modelo integral de gestión de inventarios. El artículo abre las puertas a futuras investigaciones que repliquen esta metodología en otras industrias con casos reales para cerrar la brecha entre teoría y práctica.

■ PALABRAS CLAVE

Incetidumbre de la demanda, cadena de suministro, gestión de la producción e inventarios, clasificación de productos, industria del vino.

RESUMO

As cadeias de suministro enfrentam uma maior incerteza, a que deve ser considerada nas decisões táticas e operativas. Existe uma brecha entre os modelos propostos na investigação e a prática real. O objetivo desta investigação é contribuir a fechar dita brecha, aportando descobrimentos na classificação de produtos basados na medição da incerteza da cadeia de suministro. Para isso, apresentamos um caso de estudo de uma vinha em Chile, onde revisamos quais são os métodos empíricos de classificação de produtos. Aplicam-se dois métodos qualitativos e um método quantitativo para medir a incerteza da demanda de produtos. Conclui-se que o método quantitativo é superior nas decisões operativas e táticas da cadeia de suministro. A novidade radica na aplicação de um método quantitativo gráfico de matriz 2x2 baseado na incerteza da demanda que classifica os produtos em forma útil para um modelo integral de gestão de inventários. O artigo abre as portas a futuras investigações que repliquem esta metodologia em outras indústrias com casos reais para fechar a brecha entre teoria e prática.

■ PALAVRAS-CHAVE

Incerteza da demanda, cadeia de suministro, gestão da produção e inventários, classificação de produtos, indústria do vinho.

Introducción

Para los artículos de producción, materias primas, productos en procesos y productos terminados, existen técnicas de control de inventarios que tienen amplia aplicación práctica, son parte de modelos de gestión integrados y vienen incorporados en los sistemas de información integrados ERP (Enterprise Resource Planning) de amplio uso. Un sistema ERP integra varias funciones, entre otras, la gestión de recursos humanos, la contabilidad, la gestión de inventarios, la planificación de la producción, las compras, las ventas y el marketing. Sin embargo, las técnicas más difundidas no tienen una relación con la incertidumbre de la cadena de suministro o asumen una demanda lineal.

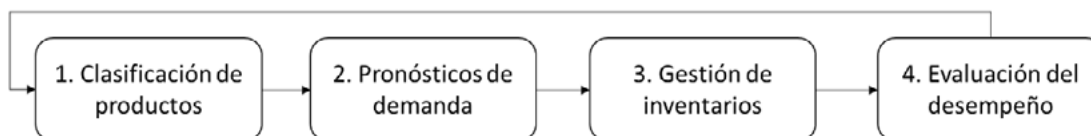
La incertidumbre tiene impacto en el desempeño de la cadena de suministro. Dados los potenciales problemas ha aumentado el interés en las decisiones de la cadena de suministro que tomen en cuenta la incertidumbre y el riesgo (Sazvar et al., 2022).

Por su parte Mula et al. (2006) planteó la necesidad de investigación adicional de nuevos enfoques para el modelado de incertidumbre, nuevos enfoques para la planificación y el control de la producción para gestionar la incertidumbre dentro de cada empresa de la cadena de suministro, la incorporación de todos los tipos de incertidumbre de manera integrada, y el desarrollo de trabajos empíricos que comparen los diferentes enfoques de modelado con estudios de casos reales. Simangunsong et al. (2012) también plantean la necesidad de llevar a cabo investigación empírica sobre qué incertidumbres ocurren en un contexto industrial particular y qué acciones de gestión son las más efectivas en reducir una o más de las incertidumbres clave.

Nuestra investigación presenta un caso de estudio de una empresa vitivinícola en Chile. Se revisa cuáles son las técnicas y modelos de gestión empíricos utilizados por la empresa. Se utilizan dos métodos cualitativos y un método cuantitativo gráfico de matriz 2x2 para medir la incertidumbre de la demanda de productos terminados, productos en proceso y materias primas. El método sirve para clasificar los productos de demanda independiente y dependiente para efectos de adaptación de la gestión de la producción e inventarios. Los métodos cuantitativos gráficos de matriz 2x2 para medir la incertidumbre han sido ampliamente investigados en la gestión de repuestos, siendo poca todavía la investigación de estos métodos para los productos manufacturados.

La clasificación de productos debe ser parte de un sistema de gestión de inventarios integral. En Figura 1 mostramos una adaptación del modelo de cuatro etapas planteado por Bacchetti y Sacconi (2012). Esta investigación se enfoca en la primera etapa de clasificación de productos.

Figura 1. Modelo de gestión de inventarios integral
Figure 1. Integrated Inventory Management Model



Fuente: adaptado de Bacchetti y Sacconi (2012). Source: adapted from Bacchetti y Sacconi (2012).

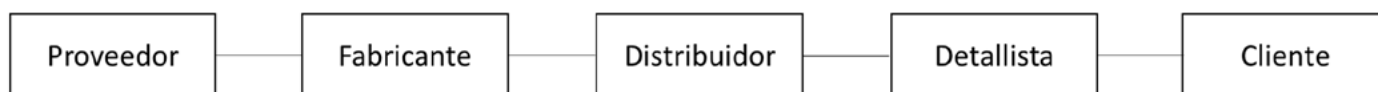
Nuestro trabajo se enfoca en mostrar el contraste del uso empírico con técnicas teóricas y buscamos aportar en cerrar la brecha que existe entre la investigación teórica de la gestión de la producción e inventarios y la práctica.

Revisión de literatura

En esta revisión de literatura repasamos métodos cualitativos de medición de la incertidumbre de la cadena de suministro y un método cuantitativo para clasificar los productos y poder adaptar las decisiones de planificación o tácticas. Tales métodos provienen de las disciplinas: gestión de operaciones y de la gestión de la cadena de suministro.

Una cadena de suministro se compone de todas las partes involucradas, directa o indirectamente, para satisfacer el pedido de un cliente. La cadena de suministro incluye no sólo al fabricante y los proveedores, sino también a los transportistas, distribuidores, vendedores al detalle e incluso a los clientes mismos, como vemos en la Figura 2. Una cadena de suministro es dinámica e implica el flujo constante de información, productos y fondos entre diferentes etapas. El propósito primordial de cualquier cadena de suministro es satisfacer las necesidades del cliente, y en el proceso, generar una ganancia para sí misma. El éxito de una cadena de suministro debe medirse en función de su rentabilidad y no en función de las utilidades en una etapa individual (Chopra y Meindl, 2017).

Figura 2. Cadena de suministro
Figure 2. Supply chain



Fuente: elaboración propia. Source: own elaboration.

Todos los procesos de una cadena de suministro encajan en dos categorías con relación a la demanda del cliente final: de empuje (push) o de tirón (pull). Los procesos de tirón (pull) fabrican contra pedido de cliente (make to order), en tanto que los procesos de empuje (push) inician la ejecución con anticipación a los pedidos del cliente basados en un pronóstico, se fabrica contra inventarios (make to stock) (Chopra y Meindl, 2017).

La optimización global de la cadena de suministro es difícil porque necesita ser diseñada y operada en un entorno de incertidumbre donde varios factores contribuyen a esto: 1. Igualar la oferta y la demanda es un gran desafío debido a que es necesario comprometer niveles de producción mucho antes de que se realice la demanda. 2. Los niveles de inventario y pedidos pendientes fluctúan considerablemente a lo largo de la cadena de suministro. 3. El pronóstico no resuelve el problema. 4. La demanda no es la única fuente de incertidumbre, también los plazos de entrega, rendimientos de fabricación, tiempos de transporte y disponibilidad de componentes (Simchi-Levi et al., 2004).

La incertidumbre de la cadena de suministro se refiere a la toma de decisiones en las que el tomador de decisiones no sabe definitivamente qué decidir, ya que es confuso sobre los objetivos; carece de información sobre la cadena de suministro o su entorno; carece de capacidades de procesamiento de información; no puede predecir con precisión el impacto de las posibles acciones de control; o, carece de acciones de control efectivas (Van Der Vorst y Beulens, 2022).

Chopra y Meindl (2017) diferencian entre la incertidumbre de la demanda y la incertidumbre de la demanda implícita. La incertidumbre de la demanda refleja la incertidumbre de la demanda del cliente de un producto. La incertidumbre implícita de la demanda es aquella resultante de la forma en que pide el cliente: si se atiende sólo pedidos urgentes se tendrá una incertidumbre implícita mayor que si se entrega con tiempos de entrega largos. La incertidumbre genera complejidad en la cadena de suministro, tiende a aumentar el inventario y se propaga a través de la red de suministro. La incertidumbre de la demanda es particularmente importante y tiende a reducir los beneficios en la cadena de suministro.

Se espera que los métodos de planificación de la cadena de suministro que no incluyen la incertidumbre obtendrán resultados inferiores a aquellos que si la incluyen (Peidro et al., 2009). Tanto las cadenas de suministro lineales como las circulares deben tener en cuenta la incertidumbre en su gestión. La cadena de suministro lineal es un enfoque tradicional en el que los productos se fabrican, se utilizan y, finalmente, se descartan después de su vida útil, mientras que la cadena de suministro circular busca cerrar el ciclo de vida de los productos, promoviendo la reutilización y el reciclaje para reducir el impacto ambiental.

Los modelos de gestión de la incertidumbre de la cadena de suministro se clasifican en tres: estratégicos, tácticos y de la operación. El horizonte de tiempo de la estrategia es de varios años y se decide la configuración de la cadena de suministro, cómo se asignarán los recursos y qué procesos realizará cada etapa. El horizonte de la planificación o táctica es de un trimestre a un año e incluye pronósticos de la demanda, decidir qué mercados serán abastecidos desde qué lugares, la subcontratación de la fabricación, las políticas de inventario, la temporización, promociones y precios. La planificación también incluye decisiones en relación con la incertidumbre de la demanda, tipo de cambio y competencia. El horizonte de tiempo de la operación es diario o semanal, en esta fase se toman decisiones respecto de pedidos de clientes, se asignan inventarios o producción a pedidos, se fijan fechas de entrega de pedidos, se definen listas de selección de un almacén, se asignan pedidos a embarques, se establecen programas de entrega, etcétera (Chopra y Meindl, 2017).

La incertidumbre de la cadena de suministros de agro-alimentos incluyendo el vino ha sido aumentada por los efectos del Covid-19, en el caso de vino mostró mayor resiliencia por ser un producto almacenable (Coluccia et al., 2021) y por la flexibilidad de su sistema productivo para producir otros productos. El Covid-19 generó impactos de corto y largo plazo en toda la cadena de valor del vino aumentando la incertidumbre.

Los modelos de incertidumbre de la demanda de la cadena de suministro también se pueden clasificar en modelos cualitativos y cuantitativos según la metodología de la solución (Ganeshan et al., 1999). Y se pueden clasificar por fuente de la incertidumbre: demanda, suministro y procesos de producción (Peidro et al., 2009; Ganeshan et al., 1999).

Peidro et al. (2009) estudian los modelos de planificación de la cadena de suministro bajo incertidumbre, pero no los relaciona con la clasificación de productos. Los sistemas de planificación y control de la producción en inventarios clasifican a los productos en aquellos que tienen demanda independiente o dependiente. Los productos terminados tienen demanda independiente, aquella, que proviene de los clientes y necesita ser pronosticada. Las materias primas y productos en proceso tienen demanda dependiente y la demanda es calculada en base a la producción de los productos terminados (Azzamouri et al., 2021).

Fischer (1997) presenta un modelo cualitativo de la incertidumbre de la demanda de dos categorías: productos funcionales aquellos de incertidumbre de demanda implícita baja y los productos innovadores aquellos de incertidumbre de demanda alta. Se presenta la correlación entre la incertidumbre implícita de demanda y otros atributos que mostramos en la Tabla 1.

Tabla 1. Atributos de productos funcionales vs productos innovadores

Table 1. Attributes of functional products vs innovative products

Atributos de la demanda	Funcionales (demanda predecible)	Innovadores (demanda impredecible)
Ciclo de vida del producto	Más de 2 años	3 meses a 1 año
Margen de contribución	5% a 20%	20% a 60%
Variedad de productos	Baja (10 a 20 variantes por categoría)	Alta (a menudo, millones de variantes por categoría)
Margen de error promedio en el pronóstico	10%	40% a 100%
Tasa promedio de falta de existencias	1% a 2%	10% a 40%
Promedio de rebajas obligadas de precios al final de la estación como % del precio total	0%	10% a 25%
Tiempo de entrega requerido para productos fabricados a pedido	6 meses a 1 año	1 día a dos semanas

Fuente/Source: Fischer, 1997.

Por su parte, Lee (2002) plantea un modelo cualitativo de incertidumbre de la demanda y de suministro (Figura 3). El modelo mantiene las definiciones de incertidumbre de la demanda de Fischer (1997) y añade dos categorías para la incertidumbre del suministro u oferta: los procesos pueden ser estables o en evolución.

Figura 3. Modelo de incertidumbre de demanda y suministro

Figure 3. Demand and supply uncertainty model

		Incetidumbre de la demanda	
		Baja (productos funcionales)	Alta (productos innovadores)
Incetidumbre del suministro	Baja (procesos estables)	Abarrotes, ropa básica, alimentos, petróleo y gas	Ropa de moda, computadoras, música pop
	Alta (procesos en evolución)	Energía hidroeléctrica, algunos productos alimenticios	Telecomunicaciones, computadoras de alta gama, semiconductores

Fuente/source: Lee (2002).

Lee (2002) presenta una lista de atributos de los procesos estables y en evolución, como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Atributos de procesos estables y en evolución
Table 2. Attributes of stable and evolving processes

Procesos estables	Procesos en evolución
Menos descomposturas	Vulnerable a descomposturas
Rendimientos estables y más altos	Rendimientos variables y más bajos
Menos problemas de calidad	Posibles problemas de calidad
Más fuentes de suministro	Fuentes de suministro limitadas
Proveedores confiables	Proveedores poco fiables
Menos cambios de proceso	Más cambios de proceso
Menos restricciones de capacidad	Capacidad potencial restringida
Cambio de producción más fácil	Cambio de producción difícil
Flexible	Inflexible
Tiempo de entrega confiable	Tiempo de entrega variable

Fuente/source: Lee (2002).

Bacchetti y Saccani (2012) y Cavalieri et al. (2008) plantean la necesidad de relacionar la clasificación de los productos con los sistemas de gestión de inventarios en forma integrada.

Van Kampen et al. (2012) hacen una revisión de literatura de la clasificación de productos por varios factores. En el caso de la clasificación según la técnica utilizada pueden ser en base al juicio (cualitativos) o estadísticos (cuantitativos). Además, mencionan las matrices gráficas 2x2 que se utilizan en repuestos, y la matriz de D'Alessandro y Baveja (2000), que se utiliza para productos manufacturados. Encontramos otro autor que utiliza una matriz similar (Chavez, 2012).

Este método cuantitativo de Chavez (2012) y D'Alessandro y Baveja (2000) utiliza una matriz de dos dimensiones según la incertidumbre de la demanda. Las dos dimensiones son la venta o consumo promedio diaria en unidades y el índice de variabilidad, donde:

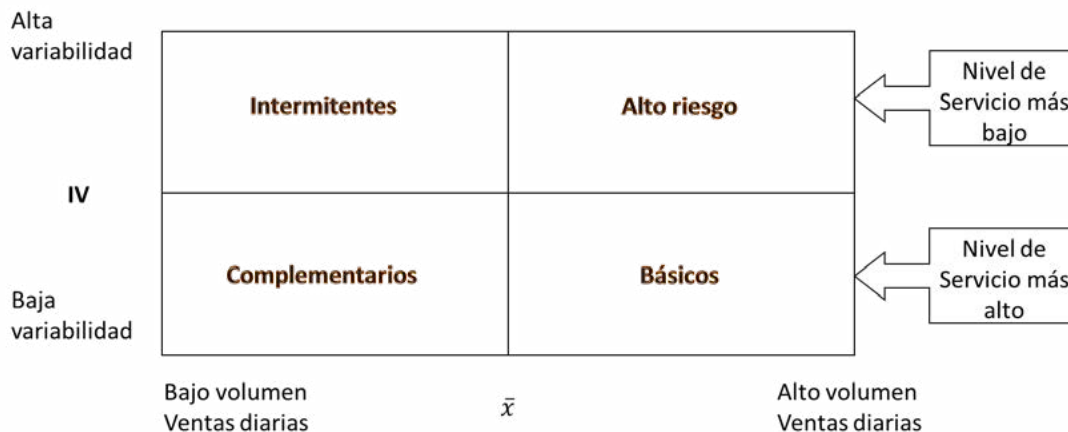
es la venta promedio diaria en escala logarítmica

IV (índice de variabilidad) = $\frac{s}{\bar{x}}$ es la desviación estándar de la demanda del artículo dividido entre la venta promedio. El índice de variabilidad también se conoce en la literatura como coeficiente de variabilidad (CV) o (CoV) como indicador para medir la incertidumbre de la demanda (Chopra y Meindl, 2017).

Con estas dos variables se prepara un diagrama de dispersión con las dos variables para los productos a analizar (Figura 4).

Figura 4. Clasificación de productos según incertidumbre de la demanda

Figure 4. Product classification according to demand uncertainty



Fuente/source: Chavez (2012).

Se identifican cuatro categorías de productos:

- **Básicos:** productos con alto volumen de demanda y baja variabilidad. Son artículos estables, predecibles y para el caso de productos terminados aportan la mayor cantidad de ingresos a la compañía.
- **Complementarios:** productos con bajo volumen de demanda y baja variabilidad. También son artículos estables y para el caso de productos terminados aportan bajos ingresos con regularidad.
- **Alto riesgo:** productos con alto volumen de demanda y alta variabilidad.
- **Intermitentes:** productos con bajo volumen de demanda, pero con alta variabilidad.

Materiales y métodos

En esta investigación utilizamos el método de caso de estudio. Voss et al. (2002) han planteado que el método del caso es uno de los más poderosos en la investigación de gestión de operaciones y ha contribuido desde el desarrollo de la teoría de lean manufacturing hasta la estrategia de fabricación.

Utilizamos la estructura planteada por Voss et al. (2002) para describir la metodología:

1. Cuándo usar la investigación de casos. El propósito de esta investigación es contribuir a la prueba de la teoría.
2. El marco de la investigación. En un sistema de gestión de inventarios nos enfocamos en la etapa de clasificación de productos. Revisamos los métodos que utilizaba la empresa en forma empírica. Buscamos comparar los métodos teóricos que se basen en la incertidumbre de la demanda como los cualitativos de Fischer (1997) y Lee (2022) y el método cuantitativo de Chavez (2012) y D'Alessandro y Baveja (2000).
3. Elección de caso. El caso estudia la producción en una viña de Chile. El tipo de caso sería retrospectivo.

4. Desarrollo de instrumentos y protocolos de investigación. Para la recopilación de los datos se diseñó la realización de entrevistas semi estructuradas, reuniones, visitas a las instalaciones de producción y almacenamiento, y análisis de documentos. También se realizó el análisis de datos de las transacciones de ventas y consumo de los productos para la obtención de información para el modelo cuantitativo. El desempeño de los métodos se determinaría por la aceptación de los usuarios.

5. Realización de la investigación de campo. El contacto principal era el gerente de operaciones. Los informantes principales fueron: el equipo de planificación de operaciones.

6. Documentación y codificación de datos. Se identifica en primer lugar qué métodos utilizaba la empresa. Se trabajó en hojas Excel.

7. Análisis. El análisis y sus resultados fueron validados por un comité de decisión conformado por el gerente general, gerente de finanzas, gerente comercial y gerente de operaciones.

Descripción del caso

La compañía bajo estudio es una empresa vitivinícola en Chile cuya producción sirve para atender el mercado nacional y de exportación.

La cadena de suministro de la viña incluye diferentes etapas: una etapa agrícola de producción de uva, una etapa de enología de la producción de vino de diferentes cepas, una etapa productiva para el embotellamiento del vino, la distribución nacional o exportación, la venta detallista y el cliente.

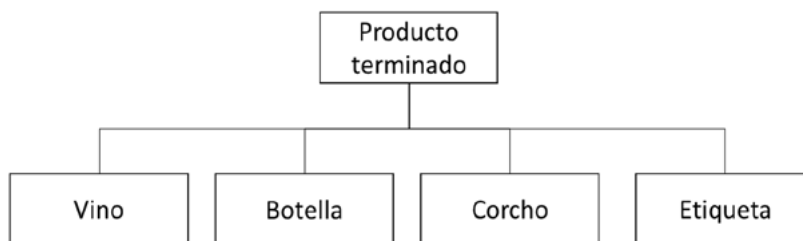
La viña es propietaria de parte de la producción de uva, de la enología, de la producción de embotellado y de una bodega de productos terminados, no es propietario de centros de distribución en el exterior ni de venta detallista.

La enología sigue el método de fabricación contra stock (se anticipa la demanda fabricando en base a un pronóstico de la demanda) debido a que el vino necesita reposar en barricas y a que son relativamente pocas las cepas. El embotellado sigue un método de fabricación contra stock para la venta nacional y de fabricación a pedido (se produce cuando llegan los pedidos de los clientes) para las exportaciones. Para las exportaciones no es posible fabricar contra stock debido a que la venta internacional es muy fragmentada y a que la etiqueta del producto no está estandarizada para los países debido a normas legales relacionadas con los grados de alcohol permitidos por los países. La planta de embotellado y la enología se encuentran cerca a los campos de uva. En este caso, nos enfocamos en la producción de embotellado para la producción de exportación.

Los productos terminados utilizan como materias primas principales al vino, la botella, el corcho y la etiqueta, como se muestra en la Figura 5. El corcho es importado. Se lleva stock de todos los insumos menos de la etiqueta. La etiqueta se tiene que imprimir cuando llega el pedido del cliente. Se trabaja con un tiempo prometido de entrega al cliente de 25 días. Debido a que existen diferentes formatos de presentación (botellas de 750 ml, 375 ml, etc.), se utiliza a las cajas de 9 litros como unidad de medida equivalente para consolidar la producción.

Figura 5. Lista de materiales genérica del vino de un producto terminado

Figure 5. Generic wine bill of materials for a finished product



Fuente: elaboración propia. Source: own elaboration.

A nivel organizacional existía un área comercial, un área de operaciones (a cargo de la producción de embotellado, la logística y el abastecimiento de materias primas), un área de enología y un área de finanzas.

La empresa tiene implementado un sistema de gestión integrado ERP donde lleva el control de la información para la producción y las ventas. Con relación a la gestión de inventarios:

- No utilizaba un modelo de gestión de inventarios integrado. El área comercial, de producción y de logística tomaban decisiones en silos.
- No existía pronóstico de ventas a nivel de código de producto o SKU (Stock Keeping Unit), solo presupuesto de ventas en dólares.
- No existía plan de producción a nivel de SKU, las metas de producción estaban a nivel hectólitros embotellados.
- El control de inventarios de las materias primas se llevaba con punto de pedido y con MRP.
- Era bajo el cumplimiento de pedidos entregados en la fecha prometida al cliente, por lo que la satisfacción del cliente era baja. Lo que se reflejaba en las encuestas de satisfacción y reclamos.

Los métodos no son aplicables en forma universal por lo que es necesario especificar el contexto de los casos revisados. Los atributos del contexto específico del caso son:

- Organización privada
- Una etapa de la cadena de suministro: fabricación de los productos terminados.
- Se analizan los flujos de productos (no los flujos de información ni fondos).
- Los productos terminados se fabrican a pedido con estrategia tipo pull y los productos en proceso se fabrican contra stock con estrategia tipo push.
- Los productos terminados tienen demanda independiente. Los productos en procesos y materias primas tienen demanda dependiente
- Los tiempos de entrega de algunas materias primas importadas de Europa son largos.
- El número de artículos no es muy alto.

Selección de métodos cualitativos

La empresa no utilizaba un modelo cualitativo para gestionar la incertidumbre de la demanda y de la producción. Existen diferentes tipos de viña algunas que se dedican al mercado de consumo masivo (con vinos varietales y reserva) y otras viñas boutique que se dedican a nichos de mercado (con vinos reserva e íconos). La empresa se dedicaba al consumo masivo.

Se utilizó el método cualitativo de Fischer (1997) y al aplicar la lista de verificación del modelo se identificó a la empresa como de una incertidumbre de demanda de productos funcionales o de demanda predecible.

Se utilizó el método cualitativo de Lee (2022) y al aplicar la lista de verificación del modelo se identificó a la empresa como de procesos estables.

Selección de métodos cuantitativos

La empresa no utilizaba un modelo cuantitativo para gestionar la incertidumbre de la demanda y de la producción. La empresa no utilizaba la clasificación ABC. La clasificación ABC prioriza a los productos en base al consumo valorizado de los inventarios, pero no toma en cuenta la incertidumbre.

De los siete métodos cuantitativos establecidos por van Kampen et al. (2012) seleccionamos para este estudio la matriz gráfica 2x2 (Chavez, 2012; D'Alessandro y Baveja, 2000) por ser el único método que incluía la incertidumbre de la demanda de la cadena de suministro. Se aplicó con datos de un año para las ventas de los productos. Y se aplicó:

- Para las ventas de los clientes
- Para el despacho a bodega de los productos terminados
- Para el despacho a producción del vino a granel
- Para el despacho a producción de las botellas
- Para el despacho a producción del corcho.

Análisis de datos y resultados

Clasificación cualitativa

Utilizando el método cualitativo de Fischer (1997), la empresa clasificaba como con incertidumbre de demanda de productos funcionales debido a los siguientes atributos:

- Ciclo de vida de productos largos. Las cepas de vino (Cabernet Sauvignon, Merlot, Carmenere, etc.) se convierten en un producto específico debido a mezclas específicas de vinos. El producto embotellado está asociado a un nombre de producto que se convierte en una marca. Estas marcas no cambian en el tiempo, los cambios de imagen se producen al cambiar el diseño de etiqueta y eso se realiza en varios años.
- Margen de contribuciones. Los productos varietales tienen márgenes de contribución máximo de 40%.

Sin embargo, parecían ser productos innovadores al considerar:

- Variedad de productos. Si bien son pocos productos o marcas. Se amplifica debido a que las etiquetas debían ser diferentes por país debido a leyes con relación al alcohol. Ejemplo: Un cabernet Sauvignon de 750 ml, reserva, se convierte en 60 SKU debido a que debe exportarse a 60 países posibles
- Margen de error del pronóstico. En teoría debería ser menor a 10%. La empresa no realizaba pronósticos a nivel SKU por lo que no se podía medir. Sin embargo, el indicador de pedidos entregados a tiempo era bajo, por lo que la empresa funcionaba en la práctica como productos innovadores
- Tasa promedio de faltantes de existencias. En teoría debería ser bajo de 1% a 2%. En este caso no había inventario de productos embotellados ni de etiquetas.

En concreto, encontramos dificultades para la utilización del modelo de (Fisher, 1997). Si bien los vinos de mercados masivos deberían ser productos funcionales, la empresa operaba como productos innovadores debido a la gestión operativa de la empresa. El operar a pedido es mucho más complicado que operar contra stock y el modelo de Fischer (1997) no lo contempla.

Al aplicar el método de Lee (2002) se encontró que servía para definir la empresa para temas estratégicos o compararla con otras industrias, pero no para decisiones a nivel de planificación o táctico de la cadena de suministro.

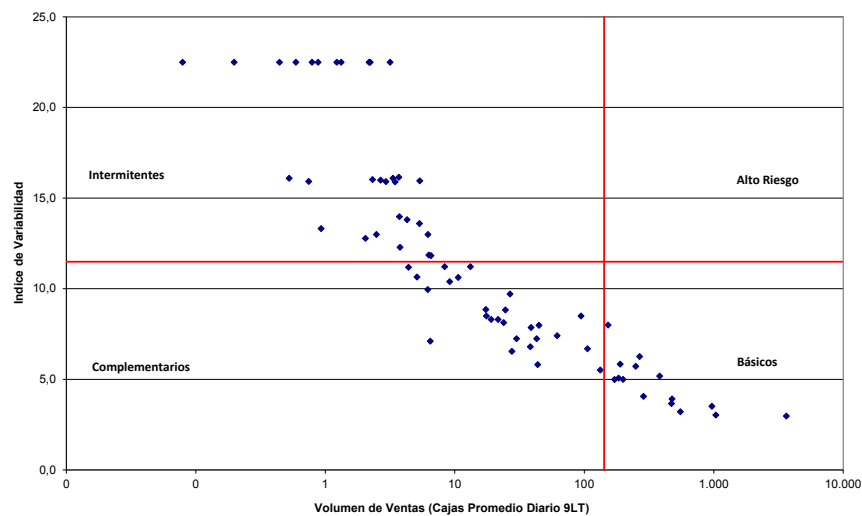
Clasificación cuantitativa

Se aplicó el modelo cuantitativo de matriz gráfica 2x2 de Chavez (2012) y D'Alessandro y Baveja (2000). Los centros de gravedad se calcularon con los promedios de los ejes.

Variabilidad de los clientes

Los resultados de la variabilidad de las ventas en cajas de 9 litros de los clientes se muestran en Figura 6.

Figura 6. Variabilidad de la demanda de los clientes
Figure 6. Variability of customer demand



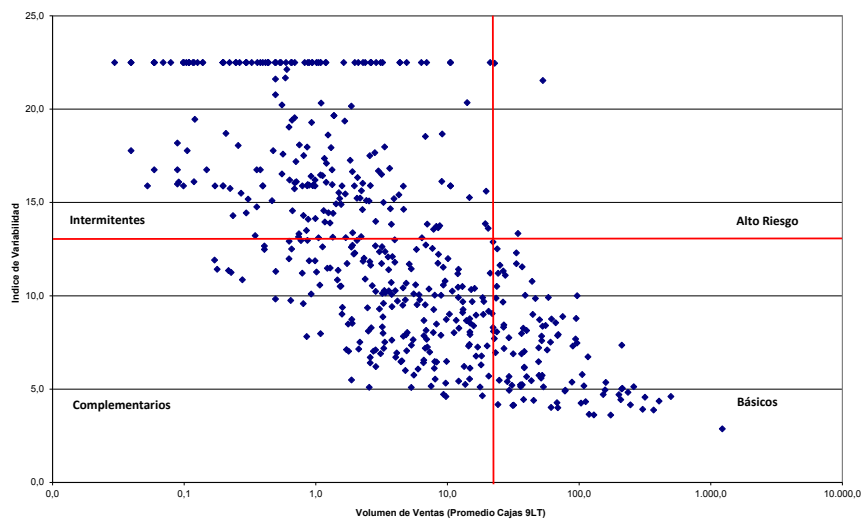
Fuente: elaboración propia. Source: own elaboration.

Los quince clientes más importantes están en el cuadrante de básicos. Al estar en escala logarítmica el cliente que aparece más a la derecha es mucho más importante que el segundo y el tercero. No había clientes de alto riesgo. A pesar de que la organización no podía cumplir con la promesa de plazo de entrega no había una forma de priorización por lo que los clientes irregulares y complementarios se atendían con la misma prioridad que los clientes básicos.

Variabilidad de la demanda de los productos terminados

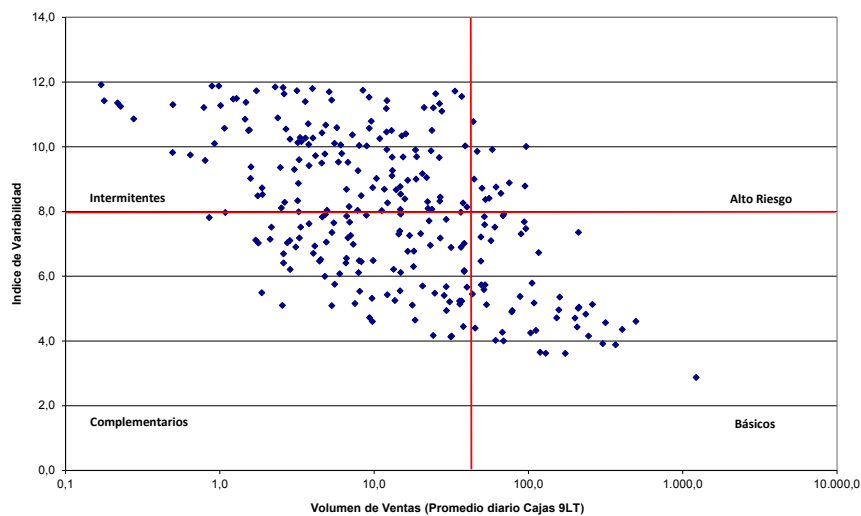
Los resultados de la variabilidad de la demanda independiente de los productos terminados se muestran en las Figuras 7, 8 y 9.

Figura 7. Variabilidad de la demanda de todos los productos terminados
Figure 7. Variability of demand for all finished products



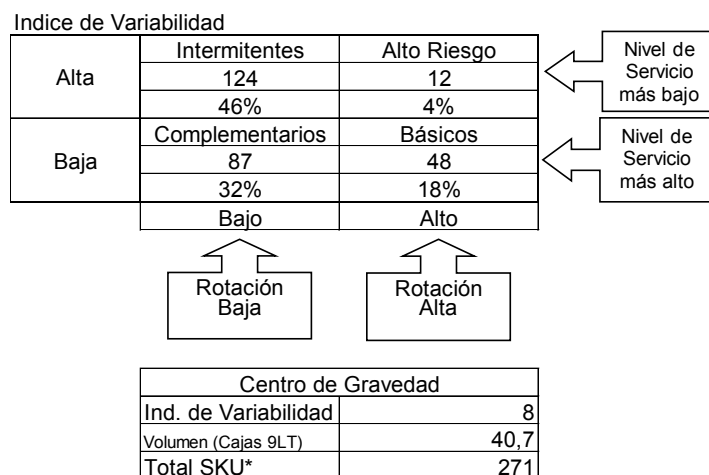
Fuente: elaboración propia. Source: own elaboration.

Figura 8. Variabilidad de la demanda de los productos terminados con $IV < 12$
Figure 8. Variability of demand for finished products with $IV < 12$



Fuente: elaboración propia. Source: own elaboration.

Figura 9. Datos resumen de los productos terminados
Figure 9. Finished product data summary



*Existen 258 SKU con IV>12

Fuente: elaboración propia. Source: own elaboration.

Con los gráficos los decisores de la empresa comprendieron rápidamente la complejidad y la necesidad de reducirla. La empresa decidió depurar los productos con índice de variabilidad IV mayor a 12 porque le aumentan complejidad a la cadena de suministro.

Sin considerar los productos con IV mayor a 12, existían 48 productos básicos que compiten, con la misma prioridad, por los recursos de la cadena de suministro con el 82% restante.

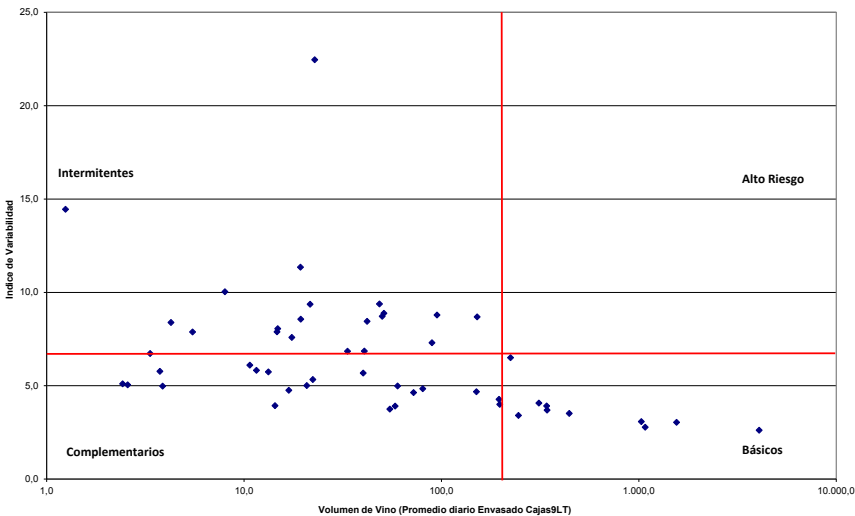
Existían 12 productos de alto riesgo. Y son productos que no se van a volver a vender y podrían generar efecto látigo en las compras de materias primas y stock de vino.

Los vinos complementarios generan complicaciones al lote económico de embotellado, para el caso de exportación obliga a crear stocks de vinos embotellados sin etiqueta.

Variabilidad del vino envasado

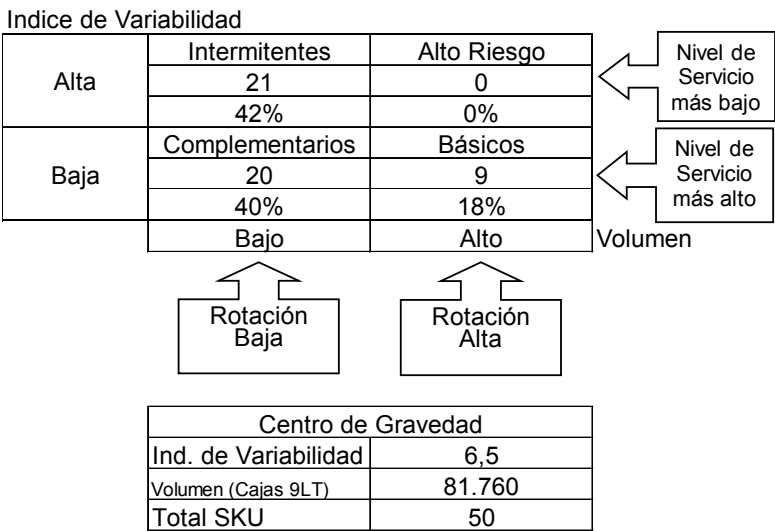
Los resultados de la variabilidad de la demanda dependiente de los vinos envasados se muestran en las Figuras 10 y 11.

Figura 10. Variabilidad de la demanda del vino envasado
Figure 10. Demand variability for bulk wine



Fuente: elaboración propia. Source: own elaboration.

Figura 11. Datos resumen del vino envasado
Figure 11. Bulk wine data summary



Fuente: elaboración propia. Source: own elaboration.

El gráfico muestra claramente que existe una complejidad menor. Esta parte de la cadena de suministro opera con un índice de variabilidad IV de corte de 6,7. Es decir, la complejidad aumenta en el embotellado debido al etiquetado.

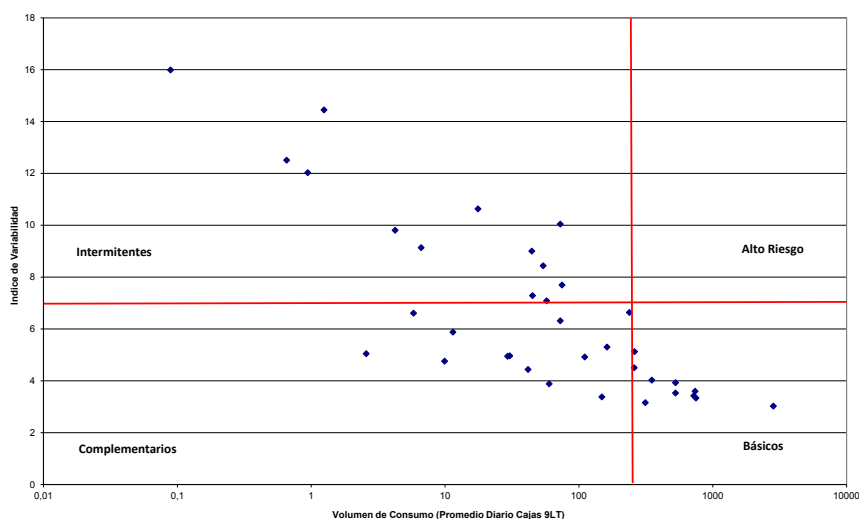
La complejidad de los productos terminados contagia al vino, los vinos con IV de 22, 15 y 12 son mezclas o ensamblajes especiales que se vendieron en 500 días.

No hay vinos de alto riesgo. Se decidió depurar productos irregulares y evitar la producción y venta de mezclas de vino hechas debido a un pedido específico de un cliente.

Variabilidad de las botellas y corchos

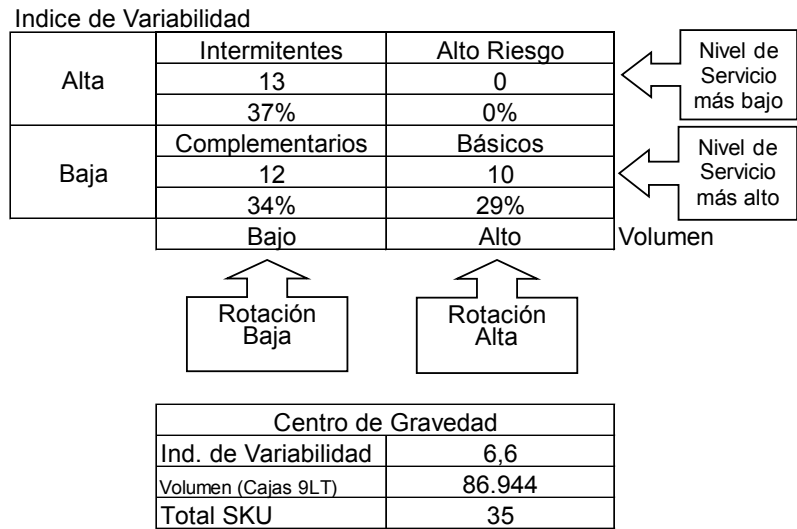
Los resultados de la variabilidad de la demanda dependiente de las botellas y corchos se muestran en la Figuras 12, 13, 14 y 15.

Figura 12. Variabilidad de la demanda de las botellas
Figure 12: Variability of demand for bottles



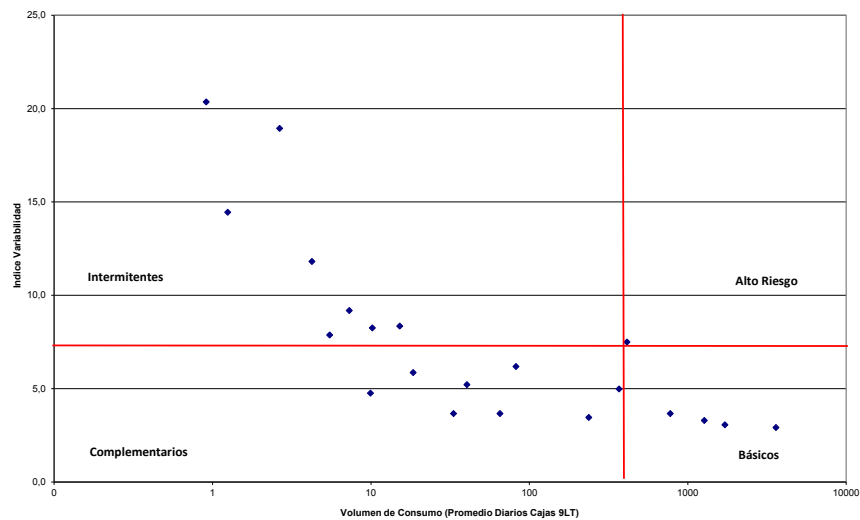
Fuente: elaboración propia. Source: own elaboration.

Figura 13. Datos resumen de las botellas
Figure 13. Bottle data summary



Fuente: elaboración propia. Source: own elaboration.

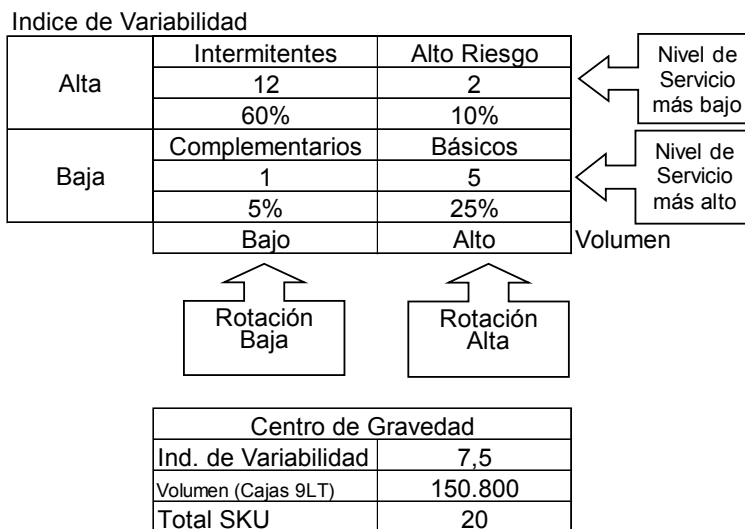
Figura 14. Variabilidad de la demanda de los corchos
Figure 14. Variability of demand for corks



Fuente: elaboración propia. Source: own elaboration.

Figura 15. Datos resumen de los corchos

Figure 15. Cork data summary



Fuente: elaboración propia. Source: own elaboration.

Si bien son pocos SKU, la cadena de suministro opera con una alta variabilidad, un corte de índice de variabilidad $IV=6,6$ para las botellas y de $IV=7,5$ para los corchos.

Dado que los productos son de consumo masivo deberían tener botellas estandarizadas, por lo que se procedió a depurar las botellas especiales para productos de bajo precio. Lo anterior, plantea la necesidad de estandarizar productos.

Discusión

Los datos recopilados del caso demuestran que no se aplican métodos teóricos cualitativos ni cuantitativos para medir la incertidumbre de la cadena de suministro.

Si bien la incertidumbre de la demanda debería ser baja para los vinos de consumo masivo, esta incertidumbre se amplifica por decisiones de planificación o táctica de la cadena de suministro: embotellar con etiquetas por país aumenta la incertidumbre del producto, no existían restricciones a la cantidad de productos que se podían solicitar en un pedido, los incentivos por aumentar la venta de exportación llevaba a aceptar requerimientos de clientes en mezclas de vinos (que después no se vendían y cuyos saldos generaban problemas), requerimientos de botellas especiales (que complejizaban el abastecimiento posterior), decisiones en silos funcionales, etcétera. Estas decisiones a nivel de planificación o táctica de la cadena de suministro hacen difícil de aplicar un modelo cualitativo como el de Fischer (1997) o el de Lee (2002).

El modelo cuantitativo de Chavez (2012) y D'Alessandro y Baveja (2000) es bastante confiable y superior a las clasificaciones cualitativas de Fischer (1997) y Lee (2002). Permite poner un valor a la incertidumbre por medio del índice de variabilidad. Se tiene un valor de variabilidad o incertidumbre por cada producto, lo que permite compararlo o saber que se necesita una depuración de productos.

La interface gráfica tiene un nivel de aceptación muy alto a nivel de usuario. En las discusiones de depuración de productos era muy difícil que alguien defendiera productos con IV mayores a doce (productos con menos de tres ventas al año). Esto ocurría, por ejemplo, si alguien decía debemos vender ese producto, aunque nunca más lo compren porque este cliente nos está comprando estos otros. Al mostrar los gráficos de variabilidad se mostraba el daño que se hacía al aumentar la incertidumbre, complejizar toda la cadena de suministro e ir en contra de la estrategia de la empresa.

Se puede comparar niveles de incertidumbre de las diferentes etapas de la cadena de suministro como productos, semielaborados y materias primas. Es decir, se mide la incertidumbre por la demanda independiente y por la demanda dependiente. Dicha categorización por patrones de demanda permite que se definan decisiones de gestión de producción e inventarios más apropiadas, que van más allá del alcance de este estudio.

Falta incorporar la medición de la incertidumbre de la demanda de la cadena de suministro como un indicador de desempeño de la industria del vino. No lo encontramos en las revisiones a nivel global realizadas como los estudios de Mota et al. (2020). Tampoco lo encontramos en las revisiones sobre indicadores de desempeño en la industria del vino en Chile (Valenzuela y Maturana, 2016). En las revisiones sobre la gestión de riesgos de la industria de vino en los temas de mercado se estudia principalmente la volatilidad de los precios.

No encontramos una categorización de productos según incertidumbre de la demanda en los estudios sobre la planificación y control de la producción.

Conclusiones

El caso ilustra que la práctica empresarial tiene una baja utilización de métodos cualitativos y cuantitativos de medición de la incertidumbre de la cadena de suministro. Por lo que no miden la incertidumbre formalmente, solo se utiliza el juicio experto.

No existe una utilización de modelos de gestión de inventarios integrados que incluyan la clasificación de producto en base a la incertidumbre de la cadena de suministro.

Se comprobó, con su aplicación, que es mejor utilizar una combinación de métodos cualitativos y cuantitativos de medición de la incertidumbre. Los métodos cualitativos tienen buen desempeño para las decisiones estratégicas de la cadena de suministro.

El método cuantitativo de clasificación de productos (Chavez, 2012; D'Alessandro y Baveja, 2000) es de mayor utilidad para la gestión de inventarios, en las decisiones tácticas, que los métodos cualitativos de Fischer (1997) y Lee (2002).

La interface gráfica de este método cuantitativo permite una mayor aceptación de los usuarios. El método permite categorizar a los productos por patrón de comportamiento tanto de demanda independiente como dependiente. Y establece una mejor base para su utilización dentro de un modelo de gestión de producción e inventarios.

Esta investigación es novedosa dado que aporta con información empírica en cerrar la brecha entre la teoría y la práctica sobre la clasificación de productos por su incertidumbre y en relevar la necesidad de su utilización para decisiones de planificación o tácticas. A su vez, abre las puertas a futuras investigaciones que repliquen esta metodología en otros contextos.

Bibliografía

- Azzamouri, A., Baptiste, P., Dessevre, G. y Pellerin, R. (2021). Demand Driven Material Requirements Planning. (Ddmrp): A Systematic Review and Classification. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 14(3), 439-456. <https://doi.org/10.3926/jiem.3331>
- Bacchetti, A. y Sacconi, N. (2012). Spare Parts Classification and Demand Forecasting for Stock Control: Investigating the Gap between Research and Practice. *Omega*, 40(6), 722-737. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2011.06.008>
- Cavalieri, S., Garetti, M., Macchi, M. y Pinto, R. (2008). A Decision-making Framework for Managing Maintenance Spare Parts. *Production Planning and Control*, 19(4), 379-396. <https://doi.org/10.1080/09537280802034471>
- Chavez, J.H. (2012). *Supply Chain Management*. Ril.
- Chopra, S. y Meindl, P. (2017). *Supply Chain Management* (7ma. edición). Pearson Education.
- Coluccia, B., Agnusdei, G. P., Miglietta, P.P. y De Leo, F. (2021). Effects of Covid-19 on the Italian Agri-food Supply and Value Chains. *Food Control*, 123, 107839. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107839>
- D'Alessandro, A.J. y Baveja, A. (2000). Divide and Conquer: Rohm and Haas' Response to a Changing Specialty Chemicals Market. *Interfaces*, 30(6), 1-16. <https://doi.org/10.1287/inte.30.6.1.11627>
- Fisher, M.L. (1997). *What is the Right Supply Chain for Your Product?* Harvard Business Review.
- Ganeshan, R., Jack, E., Magazine, M.J. y Stephens, P. (1999). A Taxonomic Review of Supply Chain Management Research. En R. Ganeshan, S. Tayur y M. Magazine (Eds.), *Quantitative Models for Supply Chain Management* (pp. 840-879). Kluwer Academic.
- Lee, H.L. (2002). Aligning Supply Chain Strategies with Product Uncertainties. *California CMR*, 44(3), 105-119.
- Mota, J., Moreira, A., Costa, R., Serrão, S., Pais-Magalhães, V. y Costa, C. (2020). Performance Indicators to Support Firm-level Decision-making in the Wine Industry: A Systematic Literature Review. *International Journal of Wine Business Research*, 33(2), 217-237. <https://doi.org/10.1108/IJWBR-06-2020-0027>
- Mula, J., Poler, R., García-Sabater, G.S. y Lario, F.C. (2006). Models for Production Planning under Uncertainty: A Review. *International Journal of Production Economics*, 103(1), 271-285. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2005.09.001>
- Peidro, D., Mula, J., Poler, R. y Lario, F.C. (2009). Quantitative Models for Supply Chain Planning under Uncertainty. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 43(3-4), 400-420. <https://doi.org/10.1007/s00170-008-1715-y>

- Sazvar, Z., Zokaee, M., Tavakkoli-Moghaddam, R., Salari, S.A. y Nayeri, S. (2022). Designing a Sustainable Closed-loop Pharmaceutical Supply Chain in a Competitive Market Considering Demand Uncertainty, Manufacturer's Brand and Waste Management. *Annals of Operations Research*, 315(2), 2057-2088. <https://doi.org/10.1007/s10479-021-03961-0>
- Simangunsong, E., Hendry, L.C. y Stevenson, M. (2012). Supply-chain Uncertainty: A Review and Theoretical Foundation for Future Research. *International Journal of Production Research*, 50(16), 4493-4523. <https://doi.org/10.1080/00207543.2011.613864>
- Simchi-Levi, D., Kaminsky, P. y Simchi-Levi, E. (2004). *Managing the Supply Chain The Definitive Guide for the Business Professional*. McGraw Hill.
- Valenzuela, L. y Maturana, S. (2016). Designing a Three-dimensional Performance Measurement System (SMD3D) for the Wine Industry: A Chilean Example. *Agricultural Systems*, 142, 112–121. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.11.011>
- VanDerVorst, J.G.A.J. y Beulens, A.J.M. (2002). Identifying Sources of Uncertainty to Generate Supply Chain Redesign Strategies. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 32(6), 409-430. <https://doi.org/10.1108/09600030210437951>
- Van Kampen, T.J., Akkerman, R. y van Donk, D.P. (2012). SKU Classification: A Literature Review and Conceptual Framework. *International Journal of Operations and Production Management*, 32(7), 850-876. <https://doi.org/10.1108/01443571211250112>
- Voss, C., Tsikriktsis, N. y Frohlich, M. (2002). Case Research in Operations Management. *International Journal of Operations and Production Management*, 22(2), 195-219. <https://doi.org/10.1108/01443570210414329>