PRODUCTION AND OPERATIONS MANAGEMENT

PRODUCTION AND OPERATIONS MANAGEMENT

POMS

vol. 29, n.º 6, junio de 2020, págs. 1397–1430 ISSN 1059-1478|EISSN 1937-5956|20|2906|1397

DOI 10.1111/poms.13159

Cadenas de suministro que implican una asimetría de la varianza media Kurtosis Newsvendor: Análisis y Coordinación

Juzhi Zhang

Escuela de Administración, Universidad de Ciencia y Tecnología de China, Hefei, Anhui 230026, China, zjuzhi@ustc.edu.cn

Suresh P. Sethi

Naveen Jindal School of Management, Universidad de Texas en Dallas, Richardson, Texas 75080, EE. UU., sethi@utdallas.edu

Tsan-Ming Choi*

División de Negocios, Instituto de Textiles y Confecciones, Universidad Politécnica de Hong Kong, Hung Hom, Kowloon, Hong Kong, jason.choi@polyu.edu.hk

TCE Cheng

Facultad de Negocios, Universidad Politécnica de Hong Kong, Hung Hom, Kowloon, Hong Kong, edwin.cheng@polyu.edu.hk

El problema clásico del vendedor de periódicos busca minimizar el costo de inventario esperado o maximizar la utilidad esperada. Pero La optimización de un valor esperado por sí sola no captura completamente la naturaleza estocástica del problema del vendedor de periódicos. Inspirado Según los análisis de momento superior explorados en la literatura financiera, realizamos una media-varianza-asimetría-curtosis (MVSK) Análisis del problema del vendedor de periódicos. Primero derivamos las expresiones analíticas para la media, varianza, asimetría, y curtosis en el entorno estándar de los vendedores de periódicos, y revelan sus propiedades estructurales. Luego establecemos varios MVSK problemas de optimización y encontrar la solución a cada uno de ellos. Mostramos que la aversión a la curtosis siempre induce la vendedor de periódicos a pedir menos, mientras que la búsqueda asimétrica puede inducir al vendedor de periódicos a pedir más o menos dependiendo de la estructura específica de la asimetría del beneficio, que se ve afectada por las propiedades simétricas y asimétricas de la distribución de la demanda. Finalmente, basándonos en el concepto de optimización de Pareto, abordamos el desafío de la coordinación de la cadena de suministro (SCC) en presencia de agentes MVSK en dos casos específicos: (i) cada agente maximiza su función objetivo MVSK y (ii) cada agente maximiza su función de beneficio esperado, sujeto a restricciones dadas sobre la varianza, asimetría, y curtosis. En cada caso, exploramos si se puede coordinar la cadena de suministro y cómo. Encontramos que considerando Las preferencias de MVSK de los agentes de la cadena de suministro afectarán la viabilidad de SCC y la flexibilidad del contrato de coordinación. También descubrimos que si asumimos que un agente individual de MVSK es MV, la posibilidad de lograr SCC mediante contratos se verá muy afectada negativamente.

Palabras clave: interfaz finanzas-operaciones; análisis de riesgo; análisis de decisión; coordinación de la cadena de suministro
Historial: Recibido: junio de 2018; Aceptado: enero de 2020 por Sridhar Seshadri, después de 2 revisiones.

1. Introducción

El problema de los vendedores de periódicos es probablemente uno de los más modelos de inventario bien conocidos en la investigación de gestión de operaciones (OM). También es la piedra angular de muchos Análisis OM en la gestión de la cadena de suministro (Khouja 1999). Dada su popularidad, un manual de investigación (Choi 2012) y un número especial (Chen et al. 2016) sobre El problema del vendedor de periódicos ha sido publicado en años recientes. Durante la última década, se han desarrollado diferentes modelos de OM basados en vendedores de noticias. En particular, el problema de los vendedores de periódicos reacios al riesgo ha recibió mucha atención. Modelos que emplean valor en riesgo (CVaR) condicional (Chen et al. 2009), valor en riesgo (VaR) (Chiu y Choi 2010, Kouvelis y Li 2018, Park et al. 2017) y objetivos de riesgo medio (Chen y Federgruen 2000, Choi y Chiu 2012) han sido propuesto. En particular, la media-varianza (MV) El objetivo es muy popular debido a su agradable estructura. propiedades, así como los significados intuitivos detrás la media y la varianza (Chiu et al. 2018, Choi et al. 2018, Rubio-Herrero et al. 2015, Secomandi et al. 2016, Tekin y Ozekici 2015). Por ejemplo, si exploramos el problema del vendedor de periódicos con el objetivo de minimizar la varianza de la ganancia (como medida de “riesgo de ganancias”), sujeto a una restricción de que el beneficio (como medida de “beneficio”) no es menor que un umbral alcanzable especificado,1 la formulación nos permite para encontrar una solución única de cantidad a ordenar para el problema.

De hecho, emplear el enfoque MV para modelar el El problema del vendedor de periódicos reacio al riesgo sigue el modelo clásico.

Teoría de Markowitz en la gestión de carteras (Markow-itz 1952). En los últimos años, los investigadores en finanzas han argumentado que el enfoque MV es insuficiente ya que solo captura una forma de la función de utilidad cuadrática. Como resultado, existen propuestas para realizar análisis de momentos superiores (por ejemplo, Dittmar 2002, Jondeau y Rockinger 2012, Kadan y Liu 2014). En particular, recientemente han surgido extensiones teóricas sobre el tercer y cuarto momento de retorno en la economía financiera (por ejemplo, Almeida y García 2017, Briec et al. 2007, Chabi-Yo 2012, Theodossiou y Savva 2016). En las ciencias de la gestión (p. ej., análisis de decisiones), también observamos que los investigadores realizan análisis con consideraciones de asimetría y curtosis (p. ej., Chiu 2005, Duan y Zhang 2013, Ebert y Wiesen 2011). Estos artículos han argumentado que la media, la varianza, la asimetría y la curtosis son cuatro momentos estadísticos de rendimiento que tienen significados físicos claros: la media representa el rendimiento esperado, la varianza mide la desviación del rendimiento alrededor del rendimiento esperado, la asimetría refleja el riesgo a la baja y La curtosis se relaciona con la ocurrencia de eventos extremos. Se sabe que quienes toman las decisiones favorecen una media alta, una varianza baja, una asimetría alta y una curtosis baja (por ejemplo, Briec et al.

2007, Chiu y Choi 2016, Lai et al. 2006, Scott y Horvath 1980). Como la demanda es incierta, las decisiones de inventario para el problema del vendedor de periódicos son en realidad inversiones en inventario. Es probable que los tomadores de decisiones de los vendedores de periódicos que enfrentan riesgos en la inversión en inventarios muestren preferencias de riesgo similares a las de los inversionistas financieros. Por lo tanto, es importante considerar la inclusión de la asimetría y la curtosis de las ganancias en el problema de los vendedores de periódicos. Al extender el objetivo MV para incluir asimetría y curtosis, creamos el objetivo media-varianza-asimetría-curtosis (MVSK), que puede capturar con mayor precisión las preferencias de riesgo y rendimiento del tomador de decisiones, y explorar con mayor precisión la naturaleza estocástica de el problema en comparación con el enfoque MV. Además, en comparación con el enfoque de la función de utilidad esperada de Von Neumann-Morgenstern, el enfoque MVSK nos permite desarrollar una solución implementable ya que los cuatro momentos tienen significados prácticos en el entorno del vendedor de periódicos.2

Motivado por la popularidad del problema del vendedor de periódicos en OM y la importancia Además de considerar el objetivo de MVSK, realizamos un análisis MVSK del problema del vendedor de periódicos. Nuestro objetivo es abordar las preguntas de investigación como se muestran en la Tabla 1. Con este fin, primero, examinamos el modelo del vendedor de periódicos y derivamos expresiones analíticas de forma cerrada para "MVSK", es decir, ganancia esperada (EP), varianza de la ganancia (VP), asimetría del beneficio (SP) y curtosis del beneficio (KP). Luego revisamos los detalles de EP y VP (que se conocen en la literatura) y descubrimos las propiedades estructurales de SP y KP. En segundo lugar, formulamos el problemas de optimización para el vendedor de periódicos MVSK y derivar sus correspondientes decisiones de pedido óptimas. En tercer lugar, investigamos cómo la consideración de SP y KP afecta las decisiones óptimas de MVSK en comparación con los casos tradicionales de riesgo neutral y MV con aversión al riesgo. Finalmente, ampliamos el análisis a una cadena de suministro de vendedores de periódicos y abordamos el desafío de coordinar la cadena de suministro de vendedores de periódicos de MVSK, utilizando el concepto de optimización de Pareto. También examinamos el problema de lograr SCC si ignoramos MVSK y simplemente asumimos que un agente MVSK individual es MV.

Resumimos nuestros principales hallazgos de la siguiente manera: Primero, a pesar de las complicadas expresiones analíticas de SP y KP, encontramos que la asimetría y la curtosis de las ganancias del vendedor de periódicos tienen propiedades estructurales muy agradables. En particular, demostramos que (i) el SP primero disminuye y luego aumenta a medida que aumenta la cantidad del pedido, y el SP máximo se logra sólo en los puntos límite de la cantidad del pedido; (ii) KP siempre aumenta a medida que aumenta la cantidad del pedido; y (iii) cuando la cantidad de pedido llega al infinito, tanto SP como KP convergen a valores constantes, que están determinados por la asimetría y la curtosis de la demanda aleatoria. Este hallazgo es una de las principales contribuciones de nuestro estudio porque las propiedades estructurales de SP y KP del problema del vendedor de periódicos no están disponibles en la literatura existente y nuestro hallazgo puede facilitar investigaciones futuras sobre variantes del problema del vendedor de periódicos de momento

En segundo lugar, descubrimos que la incorporación de SP y KP afecta sustancialmente la decisión del vendedor de periódicos sobre la cantidad óptima de pedido. Específicamente, al comparar las soluciones óptimas entre los modelos con y sin considerar SP, encontramos que la búsqueda de asimetría puede conducir a una cantidad de pedido mayor o menor. Identificamos las condiciones específicas bajo las cuales la búsqueda asimétrica induce al vendedor de periódicos a pedir más o menos. De manera similar, al comparar los casos antes y después de eliminar la consideración de KP,

Tabla 1 Principales preguntas de investigación

Preguntas de investigación
1 ¿Cuáles son las propiedades estructurales de los cuatro momentos estadísticos, es decir, la media, la varianza, la asimetría y la curtosis, del beneficio aleatorio del vendedor de periódicos?
2 ¿Cómo formulamos problemas de optimización de un MVSK? vendedor de periódicos? ¿Cuáles son las decisiones de pedido óptimas del tomador de decisiones de MVSK bajo diferentes modelos de MVSK?
3 ¿Cuáles son los impactos de SP y KP en las decisiones de pedido óptimas del tomador de decisiones de MVSK?
4 ¿Cómo coordinamos una cadena de suministro en presencia de agentes de MVSK? ¿Cuáles son los impactos de incorporar las preferencias de los agentes de la cadena de suministro integradas en los momentos más altos de ganancias en SCC?
5 Si un agente MVSK se aproxima y se supone que es MV, ¿Cómo afectaría la viabilidad del SCC?

encontramos que la aversión a la curtosis siempre tiene un efecto no positivo sobre la cantidad óptima del pedido. Además, al compararlo con el modelo tradicional neutral al riesgo, revelamos que la cantidad de pedido óptima bajo varios modelos MVSK puede ser estrictamente mayor que la solución fractil crítica estándar q EP bajo algunas condiciones, lo que refuerza la literatura de MV que afirma que la cantidad óptima de pedido del vendedor de periódicos reacio al riesgo nunca es mayor que q EP.

Finalmente, mostramos que la incorporación de las preferencias de quienes toman las decisiones en los momentos de mayores ganancias afectará la viabilidad de la coordinación de la cadena de suministro (SCC) y la flexibilidad de un contrato de coordinación. En particular, consideramos SCC en dos casos específicos: (i) Caso A: cada agente maximiza su respectiva función objetivo MVSK que consta de EP, VP, SP y KP, y (ii) Caso B: cada agente maximiza su Función de beneficio esperado, sujeta a restricciones dadas sobre VP, SP y KP. Para el Caso A, mostramos que el enfoque de coordinación ampliamente utilizado en el caso neutral al riesgo y en el caso MV ya no coordina el canal excepto en algunos casos especiales. Identificamos las condiciones para que el contrato de participación proporcional, que asigna una fracción fija de las ganancias totales al tomador de decisiones, sea óptimo de Pareto.

Describimos el procedimiento para encontrar la frontera óptima de Pareto y el par de acciones óptimas de Pareto para el caso general, a partir del cual se puede diseñar una nueva forma del contrato de coordinación. Para el Caso B, derivamos las condiciones bajo las cuales el contrato de participación proporcional puede conducir a SCC. Mostramos que si quien toma las decisiones tiende a ser más neutral al riesgo, es más fácil lograr SCC y el contrato de coordinación tiene mayor flexibilidad. Además, revelamos que si aproximamos y asumimos que un agente individual de MVSK es un agente de MV, la viabilidad de SCC mediante contratos se verá afectada negativamente.

Tenga en cuenta que en la cadena de suministro del tipo vendedor de periódicos, cada gerente de operaciones puede evaluar la "M" "V", "S" y "K" de ganancia respecto de su respectiva decisión. Como resultado, el enfoque MVSK no sólo es teóricamente más avanzado que el enfoque MV, sino que también puede usarse en la práctica. Este es el valor práctico de MVSK en la gestión de operaciones. En resumen, la formulación MSVK proporciona una visión alternativa para evaluar las decisiones de gestión de inventarios, lo cual es importante.3 Hasta donde sabemos, nuestro estudio es el primero que explora el vendedor de periódicos

MVSK. Al generar muchas ideas interesantes y novedosas, avanzamos en el conocimiento sobre el problema de los vendedores de periódicos populares y hacemos contribuciones significativas a la literatura relacionada.

Para las aplicaciones, analizamos la decisión óptima para el vendedor de periódicos MVSK, que es un problema práctico de gestión de operaciones. Mostramos analíticamente que el comportamiento de búsqueda de asimetría dentro del MVSK El marco puede llevar al vendedor de periódicos a pedir más de la cantidad esperada para maximizar las ganancias, lo cual es un hallazgo nuevo. Además, al estudiar el desafío de coordinación de la cadena de suministro, mostramos que si uno simplemente aproxima y supone que el vendedor de noticias MVSK y el fabricante de MVSK se comportan como si fueran vendedores de noticias y fabricante de MV, entonces el contrato de coordinación probablemente estaría mal establecido, lo que significa que el suministro la cadena no estaría coordinada. Este es otro tema importante de gestión de operaciones que abordamos con éxito en nuestro estudio.

Organizamos el resto del artículo de la siguiente manera. Revisamos la literatura relacionada en la sección 2. Revisamos brevemente el problema del vendedor de periódicos MV en la sección 3. Derivamos SP y KP y exploramos sus propiedades estructurales en la sección 4. Presentamos varios modelos de optimización MVSK y caracterizamos sus soluciones en la sección 5. Abordamos el desafío del SCC en la cadena de suministro de los vendedores de periódicos de MVSK y revelamos el impacto que genera una suposición errónea de que un vendedor de periódicos de MVSK exhibe un objetivo de MV en la sección 6. Concluimos el artículo con una discusión de las ideas centrales y sugerimos futuras direcciones de investigación en sección 7.
Ponemos todas las pruebas en el Apéndice.

2. Revisión de la literatura

Este artículo está relacionado con tres corrientes de investigación, a saber, el enfoque MVSK en finanzas, el problema de los vendedores de periódicos reacios al riesgo y el SCC con agentes sensibles al riesgo. El enfoque MV propuesto por Markow-itz (1952) es la herramienta de análisis más influyente en la gestión de carteras. Sin embargo, los economistas han cuestionado su principal inconveniente: no satisface los axiomas de la teoría de la utilidad esperada propuesta por Von Neumann y Morgenstern (1953), Savage (1954) y otros. También parece inadecuado porque sólo considera los dos primeros momentos e ignora los superiores (Arditti 1971, Samuelson 1958). Para reflejar mejor la preferencia por el riesgo debido a la naturaleza estocástica de los problemas, los investigadores han propuesto el enfoque de asimetría de varianza media (MVS) o asimetría de varianza media-curtosis (MVSK).4 Por ejemplo, Chiu (2005) estudió la relación entre preferencia de asimetría y aversión al riesgo y desarrolló un marco teórico para caracterizar el equilibrio entre asimetría y riesgo. Lai y col. (2006) consideraron la optimización de la cartera utilizando el enfoque MVSK. Aplicaron el enfoque de programación de objetivos polinomiales para identificar la cartera óptima.

Briec et al. (2007) resolvieron el problema de optimización de la cartera estática de MVS. Aplicaron el enfoque de la función de escasez para encontrar la solución global óptima. Ebert y Wiesen (2011) examinaron la relación entre la búsqueda de asimetría y la prudencia. Ellos argumentaron que

ser prudente no es lo mismo que buscar sesgo.
Al estudiar el núcleo de precios considerando la volatilidad del mercado y la aversión al riesgo del inversor, Chabi-Yo (2012) destacó la importancia de considerar el la asimetría y la curtosis del inversor. Theodossiou y Savva (2016) proporcionaron nuevas perspectivas sobre la relación entre asimetría y riesgo. Más recientemente, Makino y Chan (2017) proporcionaron evidencia empírica de que las empresas exitosas tienden a exhibir una asimetría positiva en la distribución de sus ganancias, estableciendo la importancia de tener una asimetría positiva de las ganancias. Claramente, la consideración de momentos superiores (asimetría y curtosis) del beneficio tiene una base sólida en la literatura. Teniendo esto en cuenta, llevamos a cabo un análisis MVSK del problema de los vendedores de periódicos, un tema que no ha sido examinado en la literatura sobre gestión de la cadena de suministro.

Para el problema de los vendedores de periódicos con aversión al riesgo, el primer estudio se remonta a la década de 1980, en el que Lau (1980) consideró el uso de la desviación estándar media del objetivo de beneficio, así como una medida de probabilidad, para explorar el problema de los vendedores de periódicos. Entonces, Eeckhoudt et al. (1995) estudiaron al vendedor de periódicos reacio al riesgo utilizando el enfoque de la función de utilidad esperada. Chen y Fed-ergruen (2000) analizaron el problema del vendedor de periódicos MV desde la perspectiva de los beneficios y los costes. Agrawal y Seshadri (2000) examinaron las decisiones óptimas de precio e inventario del vendedor de periódicos reacio al riesgo. Chen et al. (2009) estudiaron el problema de los vendedores de periódicos reacios al riesgo utilizando el objetivo CVaR. Chiu y Choi (2010) estudiaron las decisiones óptimas de fijación de precios y pedidos de inventario para el problema del vendedor de periódicos utilizando el objetivo VaR. Rubio-Herrero et al. (2015) analizaron el problema de los vendedores de periódicos con las decisiones de fijación de precios bajo la formulación MV. Choi et al. (2018) estudiaron la situación cuando el vendedor de periódicos es estocásticamente sensible al riesgo utilizando el enfoque MV. Otros estudios relacionados incluyen Chen et al. (2007), Han et al. (2014), Kazaz y Webster (2015), Kazaz et al. (2016), Hekimoglu et al. (2016) y Park et al. (2016), entre otros, y todos se centran en estudiar el comportamiento adverso al riesgo en el entorno de los vendedores de periódicos. De manera similar a los estudios anteriores, también exploramos al vendedor de periódicos con preferencia por el riesgo. Sin embargo, ampliamos el análisis para incluir los momentos más altos de la ganancia con miras a capturar con mayor precisión la naturaleza estocástica del problema y reflejar la verdadera preferencia del vendedor de periódicos.

Un extenso trabajo en la literatura sobre OM reconoce que los vendedores de periódicos son generalmente sensibles al riesgo y les gustaría cubrir sus riesgos de inventario.5 Por ejemplo, Anvari (1987) realizó una investigación temprana en esta área. Estudió cómo se pueden emplear instrumentos financieros para cubrir el riesgo operativo de un vendedor de periódicos utilizando el modelo de fijación de precios de activos de capital. Luego, Chung (1990) revisó el problema de Anvari (1987) y proporcionó un método más simple para determinar la solución de un problema de vendedor de periódicos de un solo período. Gaur y Seshadri (2005) exploraron las decisiones de cobertura óptimas para un vendedor de periódicos cuya demanda está correlacionada con el precio de un activo financiero. Demostraron que al cubrir el riesgo de inventario, un vendedor de periódicos reacio al riesgo pedirá más. Caldentey y Haugh (2006) aplicaron la metodología de cobertura MV al problema de cobertura dinámica de riesgos. Demostraron críticamente que diferentes supuestos informativos producen diferentes técnicas de solución. Más recientemente, Tekin y Ozekici (2015) investigaron el problema de los vendedores de periódicos con consideraciones de oferta estocástica y cobertura utilizando el enfoque MV. Nuestro trabajo difiere de estos en el sentido de que incorporamos la media, la varianza, la asimetría y la curtosis de la ganancia en el análisis para que las decisiones de pedido se puedan tomar para abordar mejor el riesgo de inventario.

Varios artículos han utilizado el enfoque de opciones reales para cubrir el inventario y otros riesgos relacionados a los que están expuestos los tomadores de decisiones operativas.
Ding et al. (2007) exploraron el uso de opciones reales en una empresa global para lograr cobertura de riesgo contra la incertidumbre de la demanda del mercado. Secomandi y Wang (2012) examinaron el contrato de red para la capacidad de transporte de gas natural. Los autores desarrollaron la política operativa óptima a través del enfoque de opciones reales. Nagy y Schmid (2018) investigaron el problema del control de la capacidad de producción con el financiamiento interno. Los autores derivaron la política óptima e interpretaron los resultados haciendo uso del concepto de opciones reales. Wut-tke et al. (2018) estudiaron la aceptación de proyectos de desarrollo de nuevos productos lanzados por proveedores. Los autores descubrieron que la tasa de aceptación de proyectos aumentará si los proyectos tienen un valor de opciones real bajo.
A diferencia del concepto de cobertura de riesgo que ha sido explorado por opciones reales, este artículo explora el problema de toma de decisiones de los vendedores de periódicos reacios al riesgo bajo el enfoque MVSK.

Por último, este artículo también se relaciona con la literatura sobre SCC con agentes sensibles al riesgo. Tsay (2002) realizó un análisis de desviación estándar media (MS) de la política de devoluciones en los sistemas de la cadena de suministro. Gan et al. (2004) utilizaron el concepto de optimización de Pareto para definir el SCC cuando los agentes son adversos al riesgo. En investigaciones posteriores, Gan et al. (2005) estudiaron el desafío del SCC en presencia de un proveedor neutral al riesgo y un minorista reacio al riesgo. Choi et al. (2018) exploraron la mejora de Pareto para la adopción de una respuesta rápida en una cadena de suministro con un minorista estocásticamente sensible al riesgo. En este artículo, seguimos a Gan et al. (2004) aplica el enfoque de optimización de Pareto para explorar el desafío del SCC en el contexto de un vendedor de periódicos cuya sensibilidad al riesgo se caracteriza por los momentos MVSK. Sin embargo, nuestro modelo es mucho más completo porque el vendedor de periódicos posee el objetivo MVSK.

3. Modelo de vendedor de periódicos: los dos primeros momentos

En esta sección, revisamos brevemente el modelo clásico de vendedor de periódicos de un solo período y los dos primeros momentos de su ganancia a continuación. El vendedor de periódicos determina una cantidad de pedido q al comienzo de la temporada para satisfacer la demanda incierta X. La demanda del mercado X sigue la función de densidad de probabilidad (pdf) f() y la función de distribución acumulativa (cdf) F() , donde FðÞ ¼ 1 FðÞ y F1ðÞ es la función inversa de F(). Sea r el precio de venta unitario, c el costo unitario de pedido y v el valor de rescate unitario neto. Para evitar casos triviales, tenemos r > c > v y F (0) = 0. Se deduce que la ganancia P(q) del vendedor de periódicos, la ganancia esperada EP(q) y la varianza de la ganancia VP(q) son como sigue:

PðqÞ :¼ ðr cÞq ðr vÞ maxð0; q XÞ; ð1Þ

EPðqÞ :¼ ðr cÞq ðr vÞ Z $_0^q$ FðxÞdx; ð2Þ

VPðqÞ:¼ ðrvÞ^2 2qZ $_0^q$ FðxÞdx2 Z $_0^q$ xFðxÞdx Z @ 4 $_0^q$ FðxÞdx^1 A ^{2} 3 5: ð3Þ

Estudios anteriores (por ejemplo, Chen y Federgruen 2000, Choi et al. 2008a) han caracterizado las siguientes propiedades estructurales de EP(q) y VP(q): (i) EP(q) es cóncava en q; y (ii) VP(q) es una función monótona creciente de q y acotada entre 0 y VP, donde VP ¼ ðr vÞ^2 VarðXÞ.

Bajo el marco neutral al riesgo, el vendedor de periódicos apunta a maximizar su beneficio esperado, es decir, maxq 0 EPðqÞ. Al establecer la primera derivada de EP(q) en cero, la cantidad de pedido óptima del periódico clásico-¼ encuentra que el problema de F1½ðr cÞ =ðr vÞ; Se Dor es q EP , que se denomina solución fractil crítica estándar. El valor máximo de EP(q) lo denotamos como EP ¼ EPðq EPÞ.

Bajo el marco sensible al riesgo, el vendedor de periódicos tiene que hacer un equilibrio entre el rendimiento y el riesgo. Las siguientes tres formulaciones de MV, a saber, P1, P2 y P3, se han aplicado ampliamente para estudiar el problema del vendedor de periódicos sensible al riesgo (por ejemplo, ver Choi et al. 2008a para P1 y P2, y ver Chen y Federgruen 2000 para P3).). Los presentamos aquí ya que seguiremos un camino similar para proponer nuestros modelos MVSK.

ðP1Þ máx EPðqÞ; calle; VPðqÞ kVP: q 0 ð4Þ

ðP2Þ min VPðqÞ; calle; EPðqÞ kEP: q 0 ð5Þ

ðP3Þ fg máxEPðqÞ gVPVPðqÞ : q 0 ð6Þ

En el problema (P1), el vendedor de periódicos elige una cantidad de pedido q para maximizar la media de la ganancia EP(q), sujeta a un límite superior kVP en la varianza de la ganancia VP(q), donde kVP refleja el umbral de aversión al riesgo del vendedor de periódicos. . En el problema (P2), el vendedor de periódicos minimiza la varianza de la ganancia, sujeta a un límite inferior kEP en la media de la ganancia, donde kEP es el nivel objetivo de ganancia mínima esperada del vendedor de periódicos. En el problema (P3), la función objetivo es una función tanto de la media como de la varianza de la ganancia, donde gVP es el parámetro de actitud de riesgo del vendedor de periódicos. Los detalles de las soluciones a los tres problemas anteriores se han informado en la literatura (ver, por ejemplo, Chen y Federgruen 2000, Chiu y Choi 2016, Choi et al. 2008a, 2019) y no los repetiremos aquí.

4. Asimetría y curtosis

En esta sección, llevamos a cabo un análisis de mayor importancia sobre el problema de los vendedores de periódicos. Primero derivamos las expresiones analíticas para la asimetría y la curtosis de las ganancias en el entorno estándar de los vendedores de periódicos y luego revelamos sus propiedades estructurales.

Defina la asimetría del beneficio SP(q) como el tercer momento de P(q), y la curtosis del beneficio KP(q) como el cuarto momento de P(q), es decir,

SPðqÞ :¼ E½ðPðqÞ E½PðqÞÞ3 ð7Þ

¼ E½ðPðqÞÞ3 3E½PðqÞE½ðPðqÞÞ2 þ 2ðE½PðqÞÞ3 ð8Þ

¼ ðrvÞ 3 " 3Z $_0^q$ ðqxÞ^2 FðxÞdx

6 Z $_0^q$ FðxÞdxZ $_0^q$ ðqxÞFðxÞdx2 Z $_0^q$ FðxÞdx 3 #; ð9Þ

y

KPðqÞ :¼ E½ðPðqÞ E½PðqÞÞ4 ð10Þ

¼ E½ðPðqÞÞ4 4E½ðPðqÞÞ3 E½PðqÞ

þ 6E½ðPðqÞÞ2 ðE½PðqÞÞ2 3ðE½PðqÞÞ4 ð11Þ

¼ ðrvÞ 4 " 4Z $_0^q$ ðqxÞ^3 FðxÞdx

12Z $_0^q$ FðxÞdxZ $_0^q$ ðqxÞ^2 FðxÞdx:

þ12Z $_0^q$ FðxÞdx 2Z $_0^q$ ðqxÞFðxÞdx3 Z $_0^q$ FðxÞdx 4 # ð12Þ

La asimetría y la curtosis son dos propiedades estadísticas importantes de la distribución de beneficios del vendedor de periódicos. Específicamente, la asimetría SP(q) es una medida de asimetría de la distribución del beneficio aleatorio P(q) alrededor de su media, donde un SP negativo implica una distribución de beneficios sesgada hacia la izquierda, un SP positivo implica una distribución de beneficios sesgada hacia la izquierda. a la derecha, y un SP cero que indica que la distribución de beneficios es simétrica con respecto a la media. Para la curtosis, se relaciona con la ocurrencia de eventos extremos. Se sabe que quienes toman decisiones tienden a favorecer la curtosis pequeña. Por ejemplo, Scott y Horvath (1980) argumentaron que una mayor curtosis no es deseable para los inversores. Lai y col. (2006) afirmaron que al inversor no le gusta una gran curtosis porque significa una alta probabilidad de eventos extremos. Siguiendo la literatura (por ejemplo, Briec et al. 2007, Chiu y Choi 2016, Scott y Horvath 1980, etc.), consideramos que un vendedor de periódicos que toma decisiones frente a ganancias aleatorias tiende a preferir un EP alto, un VP bajo, un SP alto y un SP bajo. KP porque: un EP alto significa una gran ganancia esperada, un VP bajo significa una pequeña variación en la ganancia, un SP más alto implica un menor riesgo de caída para el vendedor de periódicos (ya que su cola izquierda es más corta y su cola derecha es más larga), y un Un KP alto significa que las ganancias extremas ocurren con frecuencia y, por lo tanto, no son atractivas para los agentes reacios al riesgo.

Las propiedades estructurales de EP y VP del problema del vendedor de periódicos han sido bien caracterizadas en la literatura (como se revisa en la sección 3). Sin embargo, las propiedades estructurales de SP y KP del problema del vendedor de periódicos no están disponibles en la literatura y las caracterizamos en las Proposiciones 1 y 2, respectivamente.

PROPUESTA 1. Defina q0 :¼ argq [0 þ R fðR$_0^q$ FðxÞdxÞ^2 FðxÞdx ðxÞdx (i) q0 existe, es único y satisface q0 [F1ð1 2Þ; (ii) SP(q) disminuye en q cuando q \q0 y aumenta en q cuando q [q0.

Además, SP(q) es mínimo y negativo en q = q0, y es máximo sólo en los puntos límite de q. Defina el valor máximo de SP(q) por SP y el límite superior de q por q. Entonces, SP ¼ maxðSPð0Þ; SPðqÞÞ. Si SPðqÞ SPð0Þ, entonces SP(q) ≤ 0.

PROPUESTA 2. KP(q) no es negativo y es creciente en q.

La proposición 1 muestra que existe un umbral único de la cantidad del pedido q0, por encima del cual la asimetría de las ganancias del vendedor de periódicos aumenta con la cantidad del pedido q, mientras que por debajo del cual la asimetría de las ganancias del vendedor de periódicos disminuye con q.
Este umbral es independiente de los parámetros de ingresos y costos del modelo de vendedor de periódicos, es decir, el precio, el valor de rescate y la compra (o producción) y depende únicamente de la distribución de la demanda. Mediante el análisis de monotonicidad de SP(q), encontramos que SP(q) está acotado entre SPðq0Þ y SP, donde SPðq0Þ \ 0, y SP se logra en los puntos límite de q. Por lo tanto, para lograr el SP(q) más alto, necesitamos comparar los valores de SP(q) en los puntos límite de q. La Proposición 2 revela analíticamente las características clave de KP(q), que son críticas para los análisis posteriores.

Las dos proposiciones siguientes muestran la relación entre la distribución de beneficios y la distribución de la demanda. Específicamente, la Proposición 3 muestra que bajo los supuestos del modelo con momentos de demanda X finitos, cuando q tiende al infinito, la asimetría y la curtosis del beneficio aleatorio P(q) convergen a valores constantes, que están determinados por la asimetría. y curtosis de la demanda aleatoria X. La proposición 4 proporciona los límites inferior y superior de SP(q) y KP(q) cuando la distribución de la demanda es sesgada hacia la izquierda, simétrica y sesgada hacia la derecha, respectivamente.

PROPUESTA 3. Asintóticamente, limq!þ1 SPðqÞ ¼ ðr vÞ^3 E½ðX E½XÞ3 y limq!þ1 KPðqÞ¼ðr vÞ^4 E½ðX E½XÞ4 .

En el entorno estándar de los vendedores de periódicos, Chen y Fed-ergruen (2000) demostraron que la varianza de las ganancias converge a un valor constante cuando q tiende al infinito, que es igual a ðr vÞ^2 Var½X¼ðr vÞ^2 E½ðX E½XÞ2 , entonces VP(q) está acotado entre cero y E½ðX ðr vÞ^2 E½XÞ2 . Ampliamos sus resultados mostrando la convergencia de la asimetría y la curtosis del beneficio. Como se afirma en la Proposición 3, los valores convergentes de la asimetría y la curtosis de la ganancia dependen de la asimetría y la curtosis de la demanda, respectivamente.

PROPUESTA 4. (i) Si la distribución de la demanda X es asimétrica y está sesgada hacia la izquierda, entonces la asimetría de la ganancia SP(q) es negativa para cualquier q > 0 y SPðq0Þ SPðqÞ SPð0Þ ; si la distribución de la demanda X es simétrica, entonces SP(q) es inicialmente negativa y finalmente converge a cero, y SPðq0Þ SPðqÞ SPð0Þ; Si la distribución de la demanda X es asimétrica y está sesgada hacia la derecha, entonces SP(q) es inicialmente negativa y luego positiva, E½ðX E½XÞ3 . y SPðq0Þ vÞ^3 (ii) KP(q) está acotado entre cero y KP ¼ ðr SPðqÞ SP ¼ ðr vÞ^4 E½ðX E½XÞ4 .

La proposición 4(i) indica que las distribuciones de demanda simétricas y asimétricas jugarán un papel importante en la estructura de SP(q). Demostramos que: (a) Cuando la distribución de la demanda está sesgada hacia la izquierda, la distribución de beneficios tiene una asimetría cero, es decir, SP(q) = 0, si q = 0, y tiene una asimetría negativa, es decir , SP(q) < 0, si q > 0, lo que implica que la distribución de beneficios es simétrica alrededor de la media de la ganancia si $q = 0$, y está sesgada hacia la izquierda si $q > 0$. (b) Cuando la distribución de la demanda es simétrica, la distribución de beneficios tiene una asimetría cero si y sólo si q está en sus puntos límite, y en caso contrario tiene asimetría negativa, es decir, la distribución de beneficios es simétrica si y sólo si la cantidad de pedido q se encuentra en su punto límite. Perímetro; de lo contrario, la distribución de beneficios está sesgada hacia la izquierda. (c) Cuando la distribución de la demanda es sesgada hacia la derecha, a medida que q aumenta, la distribución de ganancias inicialmente tiende a estar sesgada hacia la izquierda y luego tiende a estar sesgado a la derecha; en este caso, la parte superior atado a la asimetría del beneficio aumenta con el la asimetría de la demanda. La Proposición 4(ii) muestra que la El límite superior de la curtosis del beneficio $\overline{KP}$ aumenta. con la curtosis de la demanda.

Para tener una mejor idea de SP(q) y KP(q), presentamos tres ejemplos, correspondientes a un simétrico, distribuciones de demanda sesgadas hacia la derecha y hacia la izquierda, respectivamente. Verificaremos que SP siempre es no positivo bajo la distribución simétrica de la demanda. (por ejemplo, la distribución uniforme de la demanda) y la distribución de la demanda sesgada hacia la izquierda (por ejemplo, la distribución de Weibull distribución de la demanda con una forma suficientemente grande parámetro), mientras que puede ser negativo o positivo bajo la distribución de la demanda sesgada hacia la derecha (por ejemplo, la distribución exponencial de la demanda).

EJEMPLO 1 (DEMANDA UNIFORME). Supongamos que el la demanda X se distribuye uniformemente entre 0 y metro. El pdf y cdf de la demanda son

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{\text{metro}} & \text{si } 0 \le x \le m \\ 0 & \text{si } x > m; \end{cases}$$

y

$$F(x) = \begin{cases} \frac{x}{\text{metro}} & \text{si } 0 \le x \le m \\ 1 & \text{si } x > m; \end{cases} \quad (13)$$

respectivamente. La asimetría y la curtosis de la La demanda del vendedor de periódicos es

$$E[(X - E[X])^3] = 0 \text{ y } E[(X - E[X])^4] = \frac{m^4}{80}; \quad (14)$$

respectivamente. Como $E[(X - E[X])^3] = 0$, la distribución uniforme de la demanda es simétrica alrededor del significar. La asimetría y la curtosis de las ganancias del vendedor de periódicos están dadas por

$$SP(q) = -\frac{(r-v)^3 q^4}{4m^3}(m-q)^2; \quad (15)$$

y

$$KP(q) = (r-v)^4\left(\frac{q^5}{5m} - \frac{q^6}{2m^2} + \frac{q^7}{2m^3} - \frac{3q^8}{16m^4}\right); \quad (16)$$

respectivamente. Tomando las primeras derivadas de SP(q) y KP(q), tenemos

$$SP'(q) = -\frac{(r-v)^3 q^3(m-q)(2m-3q)}{2m^3}; \quad (17)$$

y

$$KP'(q) = \frac{(r-v)^4 q^4(m-q)(2m^2-4mq+3q^2)}{2m^4}. \quad (18)$$

Como $q \le m$ y $2m^2 - 4mq + 3q^2 = 2(m-q)^2 + q^2 \ge 0$, tenemos: (a) $SP'(q) \le 0$ si $q \le \frac{2m}{3}$ y $SP'(q) > 0$ si $q > \frac{2m}{3}$. (b) $KP'(q) \ge 0$ siempre se cumple, es decir, KP(q) siempre aumenta en q. Juntos Con las Ecuaciones (15) y (16), vemos que SP(q) es siempre no positivo, es decir, $SP(q) \le 0$ y KP(q) siempre es no negativo, $0 \le KP(q) \le KP(m)$. Además, podemos verificar que: (i) para $q \in (0, m]$, $(\int_0^q F(x)dx)^2 + \int_0^q xF(x)dx - q\int_0^q F(x)dx = \frac{q^3(2m-3q)}{12m^2} = 0$ tiene una solución única $q = \frac{2m}{3}$, eso es, $q_0 = y \frac{2m}{3} \in [F^{-1}(1/2), m)$; y (ii) la asimetría del beneficio la curtosis convergen a $SP(m) = (r-v)^3 E[(X - E[X])^3] = 0$ y $KP(m) = (r-v)^4 E[(X - E[X])^4] = \frac{(r-v)^4 m^4}{80}$, respectivamente. Estos resultados son muy consistente con las Proposiciones 1-4. Figura 1 representa un ejemplo de las formas de SP(q) y KP(q) bajo demanda distribuida uniformemente.

EJEMPLO 2 (DEMANDA EXPONENCIAL). Supongamos que el la demanda X está distribuida exponencialmente. El pdf y cdf de la demanda son

$$f(x) = \begin{cases} e^{-x} & \text{si } x \ge 0 \\ 0 & \text{si } x < 0; \end{cases}$$

y

$$F(x) = \begin{cases} 1 - e^{-x} & \text{si } x \ge 0 \\ 0 & \text{si } x < 0; \end{cases} \quad (19)$$

respectivamente. La asimetría y la curtosis de la La demanda del vendedor de periódicos es

$$E[(X - E[X])^3] = \frac{2}{3}$$

y

$$E[(X - E[X])^4] = \frac{9}{4}; \quad (20)$$

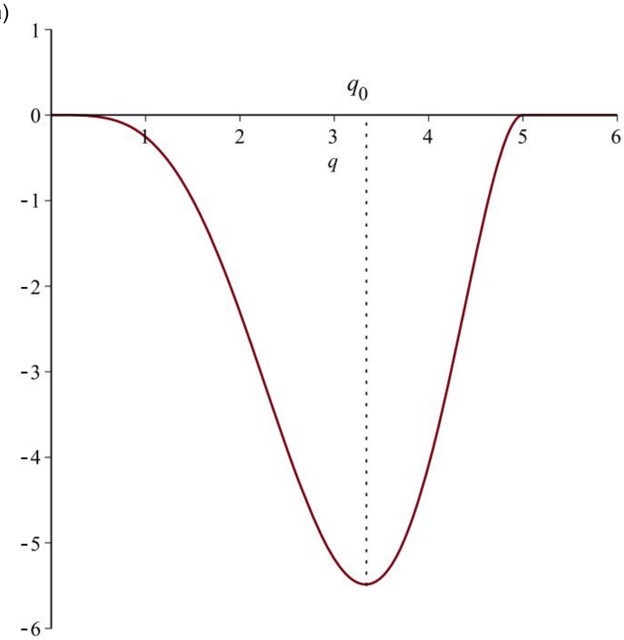
respectivamente. La asimetría y la curtosis de la Las ganancias del vendedor de periódicos están dadas por

$$= \frac{(r-v)^3\left(2 - 3 - 2q^2e^{-q} - 6qe^{-q} \ldots\right)}{3}; \quad (21)$$

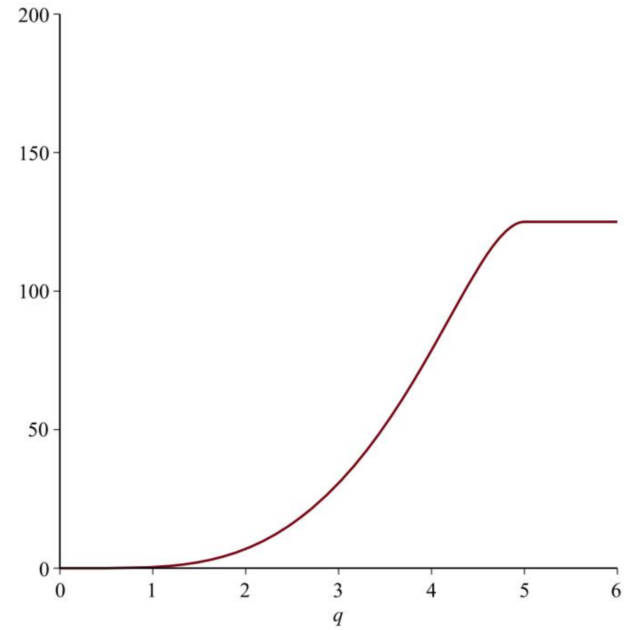
y

Figura 1 Las formas de SP(q) y KP(q) bajo la demanda uniformemente distribuida con m = 5, r = 3 y v = 1. (a) La forma de SP(q). (b) El Forma de KP(q) [La figura en color se puede ver en wileyonlinelibrary.com]

(a)



(b)



Nota. En este ejemplo, la demanda X es simétrica.

KPðqÞ ¼ dcaravanaÞ 4 9 4qð2 q2 þ 3Þe q 6ð22 q2 þ 1Þe2q 12qe3q 3e4q / 4 ; ð22Þ

respectivamente. Tomando las primeras derivadas de SP(q) y KP(q), tenemos

SP0 ðqÞ ¼ 3ðÞ RV 3 ecuación 2 q2 þ4qeq þ2 eq 2 2q2eq / 2 ; ð23Þ

y

KP0 ðqÞ ¼ rv Þ q 1 e þ 3 4 22 q2e3q þ 8 3q 4 3 2 q2 þ 3q 3 2q qÞ _ / 3 ð24Þ

¼ 4ðr vÞ 4 FðqÞ Z @ 2 0 q 4 0 FðxÞdx 1 A 3 SPðqÞ 3 / ðr vÞ 3 5: ð25Þ

Como se muestra en la ecuación (20), la demanda distribuida exponencialmente tiene una asimetría positiva, es decir, la demanda está sesgada hacia la derecha, porque el parámetro de tasa k > 0. Como resultado, a medida que q aumenta, la asimetría del beneficio SP(q) es inicialmente negativa y luego positiva, y finalmente converge a un valor positivo. La Figura 2 muestra las formas de SP(q) y KP(q) para k = 2 como ejemplo (en este ejemplo, limq!þ1 SPðqÞ ¼ 2 y limq!þ1 KPðqÞ ¼ 9). Está claro que la Figura 2 es consistente con las Proposiciones 1 a 4.

EJEMPLO 3 (DEMANDA WEIBULL). Supongamos que la demanda X sigue la distribución de Weibull. La pdf y la cdf de la demanda están dadas por

fðxÞ ¼ < 8 b/c x/c b1 eðx=cÞ b si x 0
0: si x\0;

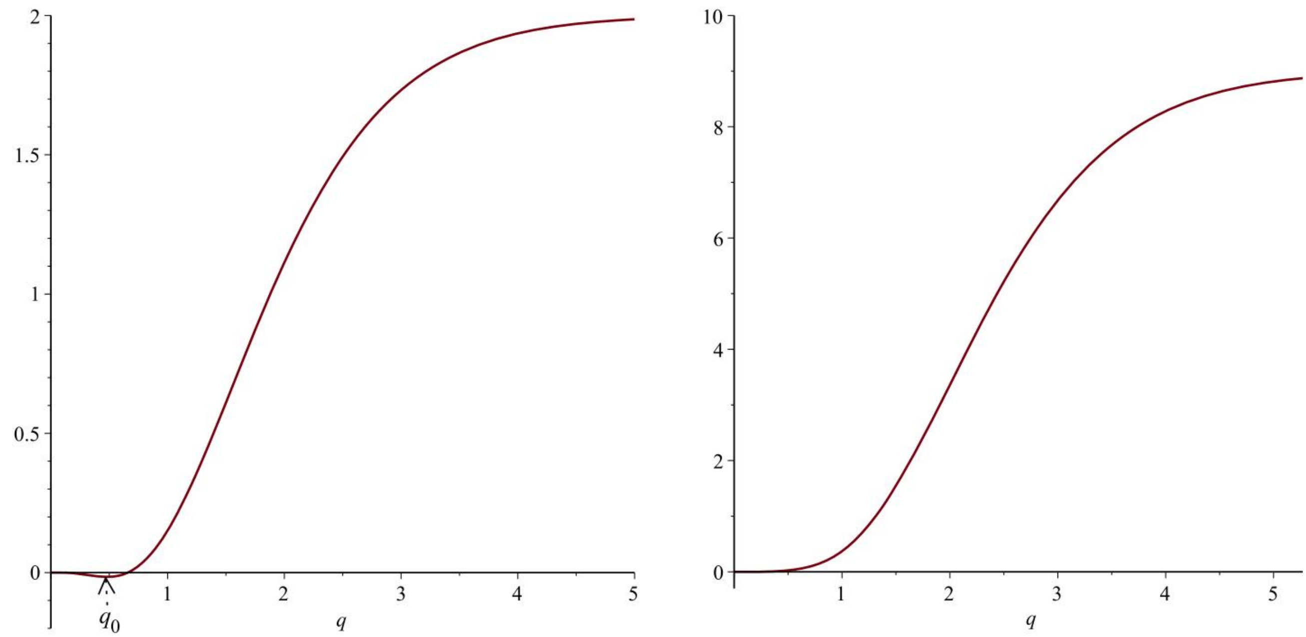
y ð26Þ

FðxÞ ¼ (1 eðx=cÞ b si x 0
0 si x\0;

respectivamente, donde b > 0 es el parámetro de forma y c > 0 es el parámetro de escala de la distribución. La distribución de Weibull tiene una asimetría negativa cuando b es suficientemente grande y una asimetría positiva cuando b es suficientemente pequeño. Por ejemplo, para un c = 1 fijo, si b = 5, la asimetría de la demanda es E½ðX E½XÞ3 0:00236 \ 0, lo que implica que la distribución de la demanda está sesgada hacia la izquierda; si b = 1, la asimetría de la demanda es E½ðX E½XÞ3 ¼ 2 [0, lo que implica que la distribución de la demanda está sesgada hacia la derecha. Tenga en cuenta que los ejemplos 1 y 2 examinan la

Figura 2 Las formas de SP(q) y KP(q) bajo la demanda distribuida exponencialmente con k = 2, r = 3 y v = 1. (a) La forma de SP(q). (b) El Forma de KP(q) [La figura en color se puede ver en wileyonlinelibrary.com] (b)

(a)



Nota. En este ejemplo, la demanda X es asimétrica y está sesgada hacia la derecha.

distribuciones de demanda simétricas y sesgadas a la derecha, respectivamente. En este ejemplo, nos centramos en la distribución de la demanda sesgada hacia la izquierda. La Figura 3 muestra las formas de SP(q) y KP(q) bajo una distribución de demanda sesgada hacia la izquierda, lo cual es consistente con las Proposiciones 1 a 4.

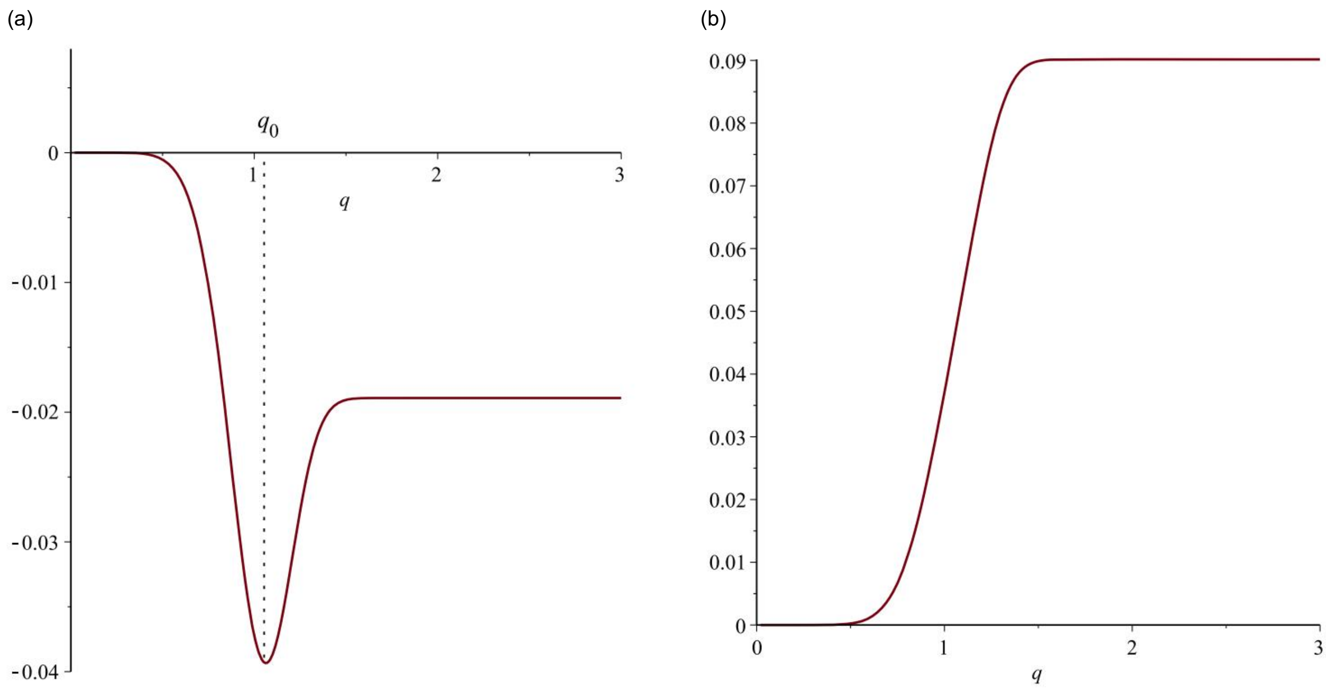
Por último, exploramos SP y KP con respecto a diferentes percentiles de distribución de la demanda.6 Sea p un número entre 0 y 1, es decir, 0 < p < 1. El percentil (100p) de la distribución de la demanda, denotado por xp, se define por p ¼ FðxpÞ ¼ PðX xpÞ. Por ejemplo, el percentil 95 de la distribución de la demanda es xp ¼ F1ð0:95Þ; el percentil ½ð100Þðr cr vÞth de la distribución de la demandes xp ¼ q EP. Claramente, las tendencias de SP y KP con xp variable son las mismas que las tendencias de SP y KP con q variable (que se han discutido en las Proposiciones 1 a 4), y son similares a las tendencias de SP y KP con p variable (ya que F() es una función creciente monotono). Utilizando los mismos parámetros que en los Ejemplos 1 a 3, realizamos un estudio numérico para mostrar cómo varían SP y KP con p y resumimos los resultados en la Tabla 2. La Tabla 2 muestra que a medida que p aumenta de 0,05 a 0,85, (i) con el demanda uniforme, SP no es positivo y primero disminuye y luego aumenta; (ii) con la demanda exponencial, SP primero es no positivo y disminuye, luego aumenta y finalmente se vuelve positivo; (iii) con la distribución de Weibull, SP no es positivo y primero disminuye y luego aumenta; (iv) KP siempre aumenta en las tres distribuciones de demanda.

En resumen, en esta sección mostramos que la asimetría y la curtosis de las ganancias del vendedor de periódicos están bien estructuradas, lo cual es uno de los principales hallazgos novedosos de este artículo y facilita nuestro análisis de los momentos más elevados del problema clásico del vendedor de periódicos. Proporcionamos tres ejemplos representativos para ilustrar y respaldar nuestros resultados analíticos. Además, mostramos que las distribuciones de demanda simétricas y asimétricas juegan un papel crítico en la estructura de la asimetría de las ganancias. Además, exploramos SP y VP con respecto a diferentes percentiles de distribución de la demanda. Observe que tanto la distribución de demanda uniforme como la exponencial tienen la propiedad de tasa de falla creciente fðxÞ (IFR), es decir, aumenta en x, pero las estructuras 1 FðxÞ de SP bajo las dos distribuciones son diferentes. Esto sugiere que la propiedad IFR no juega un papel crítico en los análisis MVSK.

5. Modelos de optimización de MVSK

En esta sección, formulamos varios problemas de optimización de MVSK significativos y derivamos la solución para cada uno. Analizamos los impactos de la inclusión de SP y KP en las decisiones óptimas de inventario del vendedor de periódicos.

Figura 3 Las formas de SP(q) y KP(q) cuando la demanda sigue la distribución de Weibull con c = 1, b = 5, r = 3 y v = 1. (a) La forma de SP(q). (b) La forma de KP(q) [La figura en color se puede ver en wileyonlinelibrary.com]



Nota. En este ejemplo, la demanda X es asimétrica y está sesgada hacia la izquierda.

5.1. Modelos de decisión y soluciones de MVSK

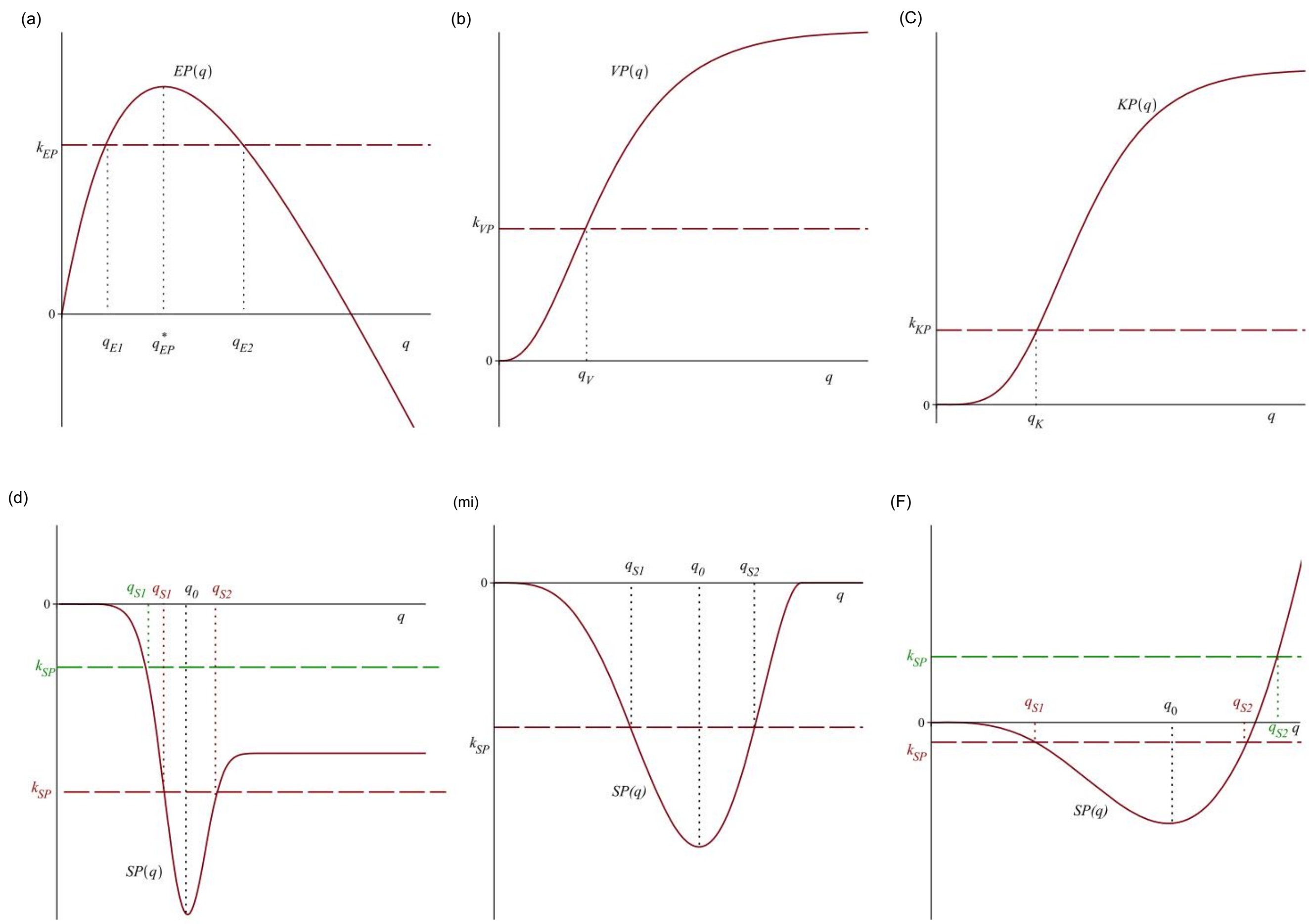
Hay cuatro formas de modelar la optimización MVSK. problema de manera significativa, que se dan en la Tabla 3. La Tabla 4 resume los significados físicos de kEP, kVP, kSP y kKP. Para centrarnos en los casos con restricciones válidas y evitar los casos triviales, consideramos que los valores de kEP, kVP, kSP y kKP están dentro de los rangos factibles de los valores de EP(q), VP(q), SP(q) y KP (q), respectivamente, es decir, 0\ kEP \EP, 0\ kVP \VP, SPðq0Þ \kSP \SP, y 0 \kKP \KP. Para facilitar la presentación, definimos algunas notaciones en la Definición 1.

DEFINICIÓN 1. Definir qE1 :¼ arg0 q\q PE fEPðqÞ ¼ kEPg, qE2 :¼ argq [q PE fEPðqÞ ¼ kEPg, qV :¼ argq 0fVPðqÞ ¼ kVPg, ¼ qS1 :¼arg0 q\q0 fSPðqÞ ¼ kSPg, qS2 :¼ argq [q0 fSPðqÞ ¼ kSPg, qK :¼ argq 0 fKPðqÞ ¼ kKPg, y qVK :¼ minðqV; qKÞ.

LEMA 1. (i) qE1 y qE2 existen y son únicos. (ii) qV y qk existen y son únicos. (iii) Por la existencia y unicidad de qS1 y qS2, tenemos: cuando la demanda la asimetría es negativa, si kSP limq!þ1 SPðqÞ, entonces qS1 y qS2 existen y son únicos; si kSP [limq!þ1 SPðqÞ, entonces sólo existe qS1 y es único. Cuando la demanda la asimetría es cero, qS1 y qS2 siempre existen y son único. Cuando la asimetría de la demanda es positiva, si kSP SPð0Þ, entonces qS1 y qS2 existen y son únicos; si kSP [SPð0Þ, entonces solo existe qS2 y es único.

El Lema 1 caracteriza la existencia y unicidad de las soluciones definidas en la Definición 1. Para tener un Para una comprensión clara del Lema 1, trazamos la Figura 4, que caracteriza las soluciones de EPðqÞ ¼ kEP, VPðqÞ ¼ kVP, SPðqÞ ¼ kSP y KPðqÞ ¼ kKP, respectivamente. El lema 1(i) implica que EPðqÞ ¼ kEP siempre tiene dos soluciones, que se ubican en las regiones 0 q \q EP y q [q EP, respectivamente (ver Figura 4a). El lema 1(ii) indica que VPðqÞ ¼ kVP tiene una única solución q ¼ qV y KPðqÞ ¼ kKP tiene una solución única q ¼ qK (ver Figuras 4b y c). Por eso, qVK :¼ minðqV; qKÞ existe y es único. Lema 1(iii) muestra que: (i) Cuando la demanda tiene un efecto negativo asimetría (por ejemplo, la demanda sigue la distribución de Weibull con un parámetro de forma suficientemente grande), si kSP limq!þ1 SPðqÞ, entonces SPðqÞ ¼ kSP tiene dos soluciones, que se ubican en las regiones 0 q \q0 y q [q0, respectivamente; si kSP [limq!þ1 SPðqÞ, entonces SPðqÞ ¼ kSP tiene una sola solución, que radica en la región 0 q \q0. La figura 4d es una ilustración de esto. caso. (ii) Cuando la demanda tiene una asimetría cero (por ejemplo, la demanda sigue la distribución uniforme o normal), SPðqÞ ¼ kSP siempre tiene dos soluciones, que se encuentran en las regiones 0 q \ q0 y q [q0, respectivamente (ver Figura 4e). (iii) Cuando la demanda tiene un efecto positivo

Figura 4 Una ilustración del Lema 1. (a) La solución de EPðqÞ ¼ kEP , (b) La solución de VPðqÞ ¼ kVP , (c) La solución de KPðqÞ ¼ kKP , (d) La Solución de SPðqÞ ¼ kSP si la demanda tiene una asimetría negativa, (e) La solución de SPðqÞ ¼ kSP si la demanda tiene una asimetría cero, (f) La solución de SPðqÞ ¼ kSP si la demanda tiene una asimetría positiva [la figura en color se puede ver en wileyonlinelibrary.com]



Cuadro 2 Asimetría de la ganancia (SP) y curtosis de la ganancia (KP) con respecto a diferentes percentiles de distribución de la demanda en diferentes condiciones Distribuciones de demanda

	Demanda uniforme		Demanda exponencial		demanda de Weibull	
Percentil de demanda	SP	kp	SP	kp	SP	kp
5.º	0,00141	0,00055	0:00000	0,00000	0,00115	0.00056
25.º	0,54932	1,00899	0,00089	0,00019	0,01298	0.00885
45.º	3,10110	10,91743	0,00755	0,00370	0,02747	0.02233
65.º	5,46675	40,32916	0,01460	0,03062	0,03783	0.03868
85.º	2,93629	93,62875	0,11756	0,30337	0,03680	0.05971

asimetría (por ejemplo, la demanda sigue la curva exponencial) distribución), si kSP SPð0Þ, entonces SPðqÞ ¼ kSP tiene dos soluciones, que se ubican en las regiones 0 q\ q0 y q [q0, respectivamente; si kSP [SPð0Þ, entonces SPðqÞ ¼ kSP tiene una sola solución, que radica en la región q [q0. Este caso se ilustra en la Figura 4f.
Con base en la Figura 4, mostramos cómo las soluciones definido en la Definición 1 varía con los parámetros kEP, kVP, kSP y kKP en la Tabla 5.

Ahora estamos listos para resolver la optimización MVSK. problemas. Comenzamos con (OP1) y luego pasamos a otros Tres modelos de optimización MVSK. caracterizamos la cantidad de pedido óptima para cada modelo en los siguientes lemas.

LEMA 2 (SOLUCIÓN DE (OP1)). El orden optimo La cantidad q OP1 para (OP1) se da de la siguiente manera:

(1) Si SPðqÞ ¼ kSP tiene dos soluciones qS1 y qS2, eso es, (a) la asimetría de la demanda es negativa y kSP limq!þ1 SPðqÞ, (b) la asimetría de la demanda es cero, o (c) la asimetría de la demanda es positiva

Tabla 3 Cuatro modelos de optimización de varianza media, asimetría y curtosis

Modelos de optimización	
Modelo de optimización MVSK (OP1):	maxq 0 EPðqÞ st; VPðqÞ kVP ; SPðqÞ kSP ; KPðqÞ kKP
Modelo de optimización MVSK (OP2):	maxq 0 SPðqÞ st; EPðqÞ kEP ; VPðqÞ kVP ; KPðqÞ kKP
Modelo de optimización MVSK (OP3):	minq 0 VPðqÞ st; EPðqÞ kEP ; SPðqÞ kSP ; KPðqÞ kKP
Modelo de optimización MVSK (OP4):	minq 0 KPðqÞ st; EPðqÞ kEP ; VPðqÞ kVP SPðqÞ kSP

Tabla 4 Los significados físicos de kEP, kVP, kSP y kKP

Parámetros	Significado	Observación
mantener	El nivel objetivo de beneficio mínimo esperado del vendedor de periódicos	Cuanto mayor sea el valor de kEP , mayor será el objetivo de ganancias esperado que el vendedor de periódicos desea lograr.
kvp	El máximo del vendedor de periódicos nivel de tolerancia de la variación del beneficio	Un kVP mayor implica que el vendedor de periódicos tiene menos aversión al riesgo
kSP	El nivel mínimo objetivo de asimetría de beneficios del vendedor de periódicos	Cuanto mayor es el valor de kSP , más asimetría busca el vendedor de periódicos
kkp	El límite superior de la curtosis del beneficio del vendedor de periódicos	Cuanto mayor sea el valor de kKP , mayores serán las probabilidades de eventos extremos que soportará el vendedor de periódicos.

y kSP SPð0Þ, tenemos (i) cuando qVK \qS1:

OP1 _ ¼ q si qVK q EP
EP qVK si qVK\q EP; ð27Þ

(ii) cuando qS1 qVK \qS2:

OP1 _ ¼ q si qS1 q EP
EP qS1 si qS1\q EP; ð28Þ

(iii) cuando qVK qS2:

OP1 _ ¼ 8 si q EP qS1 q EP arg maxq2fqS1; qS2g
EPðqÞ si qS1\q EP qS2 si qS2\q EP qVK si q EP
q [qVK:
EP qVK
ð29Þ

(2) Si SPðqÞ ¼ kSP tiene solo una solución qS1, es decir, la asimetría de la demanda es negativa y kSP [limq!þ1 SPðqÞ, tenemos (i) cuando qVK \qS1:

OP1 _ ¼ q si qVK q EP
EP qVK si qVK\q EP; ð30Þ

(ii) cuando qVK qS1:

OP1 _ ¼ q si qS1 q EP
EP qS1 si qS1\q EP: ð31Þ

(3) Si SPðqÞ ¼ kSP tiene sólo una solución qS2, es decir, la asimetría de la demanda es positiva y kSP [SPð0Þ, tenemos (i) cuando qVK \ qS2, no hay solución para (OP1); (ii) cuando qVK qS2:

OP1 _ ¼ 8 qS2 si q EP\qS2 si
< qS2 q EP qVK q EP
qVK si q EP [qVK: : ð32Þ

El lema 2 muestra que la solución óptima de (OP1) depende de los valores de qVK, qS1, qS2 y q EP. Dado que (i) qVK ¼ minðqV; qKÞ y (ii) qV, qK y ðqS1; qS2Þ son las soluciones para VPðqÞ ¼ kVP, KPðqÞ ¼ kKP y SPðqÞ ¼ kSP, respectivamente, la solución óptima q OP1 se ve afectada por kVP, kSP y kKP. Tenga en cuenta que q OP1 puede ser menor o mayor que q EP. Específicamente, (i) cuando SPðqÞ ¼ kSP tiene dos soluciones qS1 y qS2 (esto sucede si y sólo si el vendedor de periódicos enfrenta una distribución de demanda simétrica, o el vendedor de periódicos enfrenta una distribución de demanda asimétrica y tiene un nivel objetivo pequeño de asimetría de ganancias kSP), la solución óptima q OP1 es estrictamente mayor que q EP si y sólo si qS1 \ q EP \qS2 qVK y EPðqS2Þ [EPðqS1Þ; en caso contrario, q OP1 es igual o menor que q EP; (ii) cuando SPðqÞ ¼ kSP tiene solo una solución qS1 (esto sucede si y solo si el vendedor de periódicos enfrenta una distribución de demanda sesgada hacia la izquierda y tiene un kSP grande), q OP1 siempre no excede q EP; (iii) cuando SPðqÞ ¼ kSP tiene solo una solución qS2 (esto sucede si y solo si el vendedor de periódicos enfrenta una distribución de la demanda sesgada hacia la derecha y tiene un kSP grande), q OP1 es estrictamente mayor que si y solo si q EP \ qS2 qVK; de lo contrario, q OP1 Estos son diferentes de los q
EP no excede q EP. resultados bajo la formulación MV en la literatura existente, que afirman que la frontera de solución eficiente del vendedor de periódicos con aversión al riesgo siempre está en ½0; q EP (por ejemplo, Chen y Federgruen 2000, Choi et al. 2008a).

Atribuimos las diferencias a la presencia de un nivel objetivo de asimetría del vendedor de periódicos. Si el

Tabla 5 Impactos de kEP , kVP , kSP y kKP en las soluciones definidas en la Definición 1 (↑: Incremento. ↓: Disminución)

	Significado	Impacto
kEP "	Aumenta el nivel objetivo de beneficio mínimo esperado del vendedor de periódicos	qE1 " qE2 # qV "
kVP "	El nivel máximo de tolerancia del vendedor de periódicos ante la variación de las ganancias aumenta	qVK " qS1 # qS2
kSP "	Aumenta el nivel objetivo mínimo de asimetría de beneficios del vendedor de periódicos	" qK " qVK "
kKP "	Aumenta el límite superior de curtosis del vendedor de periódicos	

se elimina la restricción del nivel objetivo de asimetría del vendedor de periódicos SPðqÞ kSP , entonces la cantidad óptima de pedido siempre se encuentra entre cero y q EP: cuando ¼ q EP; en caso OP1 implica que la contrario, q OP1 ¼ qVK. Este qVK q EP, q incorporación de SP puede inducir a un vendedor de periódicos con aversión al riesgo a pedir más que uno neutral al riesgo, mientras que la inclusión de VP y KP no tiene tal efecto. Para comprender mejor los impactos de SP en la decisión de pedido del vendedor de periódicos, consideramos un caso extremo en el que kVP = VP, kKP = KP y kSP [0, es decir, las restricciones sobre VP y KP siempre se cumplen y el vendedor de periódicos -dor busca un SP positivo. En este caso, si la demanda sigue una distribución simétrica o sesgada a la izquierda, entonces (OP1) no tiene solución porque SPðqÞ kSP nunca se satisface. Si la demanda sigue una distribución sesgada a la derecha, como una distribución exponencial, entonces la solución de (OP1) es: cuando q EP \qS2, q OP1 = qS2; en caso contrario, q OP1 Podemos ver que q OP1 es mayor ¼ q EP. que q EP cuando el vendedor de periódicos tiene un kSP lo suficientemente grande para que q EP \qS2. Consideremos un ejemplo más específico: r = 5, v = 1, c = 1,5, kVP = VP, kKP = KP, kSP = 2 y fðxÞ = 2e2x. En este ejemplo, ¼ 1:1286 [q EP q OP1

¼ 1:0397.

LEMA 3 (SOLUCIÓN DE (OP2)). Cuando qVK \qE1, no hay solución para el problema (OP2).
Cuando qE1 qVK qE2, q OP2 ¼ arg maxq2fqE1;qVKg SPðqÞ.
Cuando qVK [qE2, q OP2 ¼ arg maxq2fqE1;qE2g SPðqÞ.

El lema 3 muestra que la solución óptima para (OP2) depende de los valores de qVK, qE1 y qE2, lo que implica que q OP2 se ve afectado por kEP, kVP y kKP. También muestra que la cantidad de pedido óptima para (OP2), similar a la solución para (OP1), puede ser menor o mayor que q EP. Específicamente, q OP2 es estrictamente mayor que q EP si y solo si se cumple una de las dos condiciones siguientes: (i) \ qVK qE2 y SPðqVKÞ [SPðqE1Þ; y (ii) qVK q EP [qE2 y SPðqE2Þ [SPðqE1Þ. Estas dos condiciones revelan que “qVK [q EP” es necesario para que q OP2 sea estrictamente mayor que q EP, lo que requiere que kVP y kKP sean suficientemente grandes (ya que qVK aumenta mientras es independiente de kVP y kKP). Esto significa que un vendedor de periódicos q EP MVSK pedirá más que el vendedor de periódicos neutral al riesgo sólo si no es muy reacio a VP y KP. De hecho, como mostraremos más adelante, bajo la formulación MVSK, la aversión a la varianza y la aversión a la curtosis reducirán el pedido del vendedor de periódicos.

cantidad, mientras que la búsqueda de asimetría aumentará o disminuirá la cantidad del pedido del vendedor de periódicos.

LEMA 4 (SOLUCIÓN DE (OP3)).

(1) Si SPðqÞ ¼ kSP tiene dos soluciones qS1 y qS2, es decir, (a) la asimetría de la demanda es negativa y kSP limq! þ1 SPðqÞ, (b) la asimetría de la demanda es cero, o (c) la asimetría de la demanda es positiva y kSP SPð0Þ, entonces el orden óptimo para (OP3) es7 cantidad q OP3

OP3 _ ¼ 8qE1 _ < si qS2 qE1 qK o qE1 minðqS1; qKÞ si qS1\qE1 qS2 minðqE2; qKÞ qS2
Nulo en caso contrario: : ð33Þ

(2) Si SPðqÞ ¼ kSP solo tiene una solución qS1, es decir, la asimetría de la demanda es negativa y kSP [limq!þ1 SPðqÞ, entonces la cantidad óptima de pedido q OP3 para (OP3) es

OP3 _ ¼ qE1 si qE1 minðqS1; qKÞ
Nulo en caso contrario: ð34Þ

(3) Si SPðqÞ ¼ kSP solo tiene una solución qS2, es decir, la asimetría de la demanda es positiva y kSP [SPð0Þ, entonces la cantidad óptima de pedido para (OP3) es q OP3

OP3 _ ¼ 8qE1 _ < si qS2 qE1 qK si qE1 qS2 minðqE2; qKÞ qS2 ð35Þ
Nulo en caso contrario: :

El lema 4 muestra que la cantidad de pedido óptima para (OP3) depende de los valores de qE1, qE2, qS1, qS2 y qK, es decir, se ve afectada por kEP, kSP y kKP. Además, es estrictamente mayor que q EP si y sólo si se cumple una q OP3 de las dos condiciones siguientes: (i) SPðqÞ ¼ kSP tiene dos soluciones qS1 y qS2, y qS1 \qE1 \ q EP \qS2 minðqE2; qKÞ; y (ii) SPðqÞ ¼ kSP solo tiene una solución qS2 y qE1 \q EP \ qS2 min ðqE2; qKÞ. Por lo tanto, si el vendedor de periódicos enfrenta una distribución de la demanda sesgada hacia la izquierda y tiene un kSP grande (es decir, SPðqÞ ¼ kSP solo tiene una solución qS1), entonces la

Machine Translated by Google

La cantidad del pedido del vendedor de periódicos no excede q EP. En otros casos, el vendedor de periódicos pedirá más o menos de q EP.

Una condición necesaria para q OP3 sea estrictamente \ qS2 es "q ing que el vendedor de PE minðqE2; qKÞ", implica mayor que q EP periódicos MVSK pide más que el vendedor de periódicos neutral al riesgo sólo si el vendedor de periódicos MVSK tiene un nivel objetivo grande de SP (ya que un alto qS2 corresponde a un gran kSP), un nivel objetivo pequeño de EP (ya que un qE2 alto significa un kEP pequeño) y un límite superior grande en KP (ya que un qK alto significa un kKP grande). Además, si se elimina la restricción SPðqÞ kSP , entonces: cuando qE1 [qK, no hay solución para el problema (OP3); otro-¼ qE1, que es menor que q EP.

De esta manera, los resultados de q OP3 indican que la aversión a la varianza y la aversión a la curtosis no pueden aumentar la cantidad del pedido del vendedor de periódicos, mientras que la búsqueda de asimetría puede hacerlo bajo algunas condiciones.

LEMA 5 (SOLUCIÓN DE (OP4)).

(1) Si SPðqÞ ¼ kSP tiene dos soluciones qS1 y qS2, es decir, (a) la asimetría de la demanda es negativa y kSP limq!þ1 SPðqÞ, (b) la asimetría de la demanda es cero, o (c) la asimetría de la demanda es positiva y kSP SPð0Þ, entonces el orden óptimo para (OP4) es la cantidad q OP4

8 qE1 si qS2 qE1 qV o qE1 minðqS1;qVÞ
OP4 _ ¼ < qS2 si qS1\qE1 qS2 minðqE2;qVÞ ð36Þ
: Nulo en caso contrario:

(2) Si SPðqÞ ¼ kSP tiene solo una solución qS1, es decir, la asimetría de la demanda es negativa y kSP [limq!þ1 SPðqÞ, entonces la cantidad óptima de pedido q OP4 para (OP4) es

OP4 _ ¼ qE1 si qE1 minðqS1; qVÞ
Nulo en caso contrario: ð37Þ

(3) Si SPðqÞ ¼ kSP tiene solo una solución qS2, es decir, la asimetría de la demanda es positiva y kSP [SPð0Þ, entonces la cantidad óptima de pedido q OP4 para (OP4) es

8qE1 _ si qS2 qE1 qV si
OP4 _ ¼ < qE1 qS2 minðqE2; qVÞ qS2 ð38Þ
Nulo en caso contrario: :

La solución óptima para (OP4) tiene una estructura similar a la de (OP3). Descubrimos que la solución óptima q OP4 depende de los valores de qE1, qE2, qS1, qS2 y qV, la cual se ve afectada por kEP, kSP y kVP.

Además, q OP4 es estrictamente mayor que q EP si y sólo si (i) SPðqÞ ¼ kSP tiene dos soluciones qS1 y qS2, y qS1 \ qE1 \q EP \qS2 minðqE2; qVÞ; o (ii) SPðqÞ ¼ kSP solo tiene una solución qS2 y qE1 \q EP \qS2 minðqE2; qVÞ. Si ignoramos la restricción SPðqÞ kSP, entonces cuando qE1 [qV, el problema (OP4) no tiene solución factible; en caso contrario, q OP4 ¼ qE1, que es menor que q EP.

En general, el Lema 5 genera resultados similares al Lema 4, ya que simplemente reemplaza la restricción de VP por la de KP.

Hasta ahora, hemos construido cuatro modelos de optimización MVSK significativos con diferentes funciones objetivo y diferentes restricciones, y hemos derivado la solución para cada uno de ellos. Dado que las distribuciones de demanda simétricas y asimétricas dan como resultado diferentes estructuras de SP(q), está claro que afectan la solución de cada problema. Contrariamente a la literatura de MV que afirma que la cantidad de pedido óptima del vendedor de periódicos con aversión al riesgo no es mayor que la solución fractil crítica estándar q EP , encontramos que las cantidades de pedido óptimas para los cuatro modelos MVSK pueden ser estrictamente mayores que q EP bajo algunas condiciones, que se ilustran en la Tabla 6. Por ejemplo, como muestra la Tabla 6, en (OP1), si SPðqÞ ¼ kSP solo tiene una solución qS2, y \ qS2 qVK, es decir, el vendedor de periódicos se enfrenta a una derecha-q EP tiene una distribución sesgada de la demanda, como una distribución exponencial de la demanda, y es muy sensible a SP, mientras que no es muy reacio a VP y KP (es decir, kSP, kVP y kKP son todos grandes), entonces el vendedor de periódicos pedirá más que Sin embargo, si SPðqÞ ¼ kSP tiene solo una solucion q EP. qS1, es decir, el vendedor de periódicos enfrenta una distribución de la demanda sesgada hacia la izquierda y kSP [limq!þ1 SPðqÞ, entonces la cantidad del pedido del vendedor de periódicos no excede q EP.

Si no se considera SP, entonces las soluciones óptimas para (OP1)–(OP4) siempre se encuentran entre cero y q EP. Esto implica que se trata de una búsqueda de asimetría, no de variación.

Tabla 6 Cantidad de pedido óptima del vendedor de periódicos vs. la cantidad maximizadora del beneficio esperado q EP

Modelo	Resultados de la comparación
(OP1)	OP1 [q EP si y solo si (i) SPðqÞ ¼ kSP tiene dos q soluciones qS1 y qS2, y qS1 \q EP \qS2 qVK y EPðqS2Þ [EPðqS1Þ; o (ii) SPðqÞ ¼ kSP tiene solo una solución qS2 y q EP \qS2 qVK . o no hay q OP1 q solución viable en caso contrario
(OP2)	[q EP y EP si y sólo si (i) q EP \qVK qE2 q OP2 SPðqVK Þ [SPðqE1Þ; o (ii) qVK [qE2 y SPðqE2Þ [SPðqE1Þ. o contrario q no hay solución factible en caso
(OP3)	tiene dos q OP2 q EP si y sólo si (i) SPðqÞ ¼ kSP OP3 [q EP soluciones qS1 y qS2, y qS1 \qE1 \q EP \qS2 minðqE2; qKÞ ; o (ii) SPðqÞ ¼ kSP tiene solo una solución qS2 y qE1 \q EP \qS2 minðqE2; en caso qK Þ. o no hay solución factible
(OP4)	¼ kSP tiene contrario q OP3 q EP si y solo si (i) SPðqÞ dos q OP4 [q EP soluciones qS1 y qS2, y qS1 \qE1 \q EP \qS2 minðqE2; qVÞ ; o (ii) SPðqÞ ¼ kSP tiene solo una solución qS2 y qE1 \q EP \qS2 minðqE2; qV Þ. o ninguna solución factible en caso contrario q OP4 q EP

aversión y aversión a la curtosis, que pueden inducir la El vendedor de periódicos MVSK pedirá más que el periódico neutral al riesgo. La Tabla 7 resume los impactos de la asimetría. búsqueda y aversión a la curtosis en el periódico cantidad óptima de pedido en detalle.8 De la Tabla 7, podemos descubrir que la aversión a la curtosis siempre induce la vendedor de periódicos para pedir menos, mientras que la asimetría busca puede inducir al vendedor de periódicos a pedir más o menos dependiendo de la estructura específica de la ganancia asimetría, que se ve afectada por la simetría y Propiedades asimétricas de la distribución de la demanda.

5.2. Función objetivo MVSK

En la sección 5.1, propusimos cuatro modelos de decisión MVSK intuitivos y aplicables para el problema del vendedor de periódicos. En esta subsección, consideramos el MVSK El problema del vendedor de periódicos se formula de la siguiente manera:

ðOP5Þ: máx. fgEPðqÞ gVPVPðqÞ þgSPSPðqÞ gKPKPðqÞ ;
q0

ð39Þ

donde los parámetros gVP [0, gSP [0 y gKP [0 representan las preferencias del vendedor de periódicos por la varianza, la asimetría y la curtosis de las ganancias, respectivamente. Él Está claro que (OP5) es una extensión de la formulación MV (P3) al incorporar la asimetría del beneficio y curtosis en la función objetivo. Definimos la función objetivo de (OP5) como "función-objetivo-MVSK". Observe que la función objetivo MVSK puede no ser cóncavo en q y puede tener más de un máximo local (ver Figura 5a). El máximo global se obtiene comparando todos los máximos locales.

Si bien no podemos probar la unicidad de la soluciones óptimas globales de (OP5), realizamos un variedad de experimentos numéricos con uniformes y distribuciones exponenciales de la demanda y no encuentran un ejemplo con múltiples soluciones óptimas globales. Tenga en cuenta que todos los resultados posteriores de este artículo no no depender de la concavidad de la función objetivo de (OP5): Son válidos para cualquier caso con un único global solución óptima (incluso (OP5) tiene múltiples locales máximos). Presentamos los resultados de algunos cálculos numéricos. experimentos en la Tabla 8. El conjunto base de parámetros para el Cuadro 8 es r = 3, v = 1, c = 1,5, gVP ¼ gSP ¼ gKP = 0:5, f(x) = 1/5 bajo la demanda uniformemente distribuida y fðxÞ = 2e2x bajo la demanda distribuida exponencialmente, y variamos a parámetro particular cada vez. También calculamos el q óptimo en el modelo neutral al riesgo y MV modelo (ver Tabla 9).

Nuestros resultados numéricos muestran los siguientes hechos. Primero, en comparación con el modelo neutral al riesgo y el Modelo MV, el modelo MVSK puede conducir a una mayor cantidad del pedido si la preferencia del vendedor de periódicos por SP, SPG, es grande y la demanda sigue una tendencia exponencial. distribución (recuerde que SP puede ser positivo con una demanda exponencial, mientras que siempre es no positiva con una demanda uniforme), pero una cantidad de orden inferior en otros casos. En segundo lugar, en el modelo MVSK, como SPG

Figura 5 La forma de la función objetiva MVSK (r = 3, v = 1, c = 1,5 y la demanda X sigue la distribución exponencial con una pdf fðx Þ ¼ 2e2x). (a) gVP = 0:1, gSP = 10 y gKP = 2. (b) gVP = 0:5, gSP = 0:4 y gKP = 0:3 [La figura en color se puede ver en wileyonlinelibrary.com]

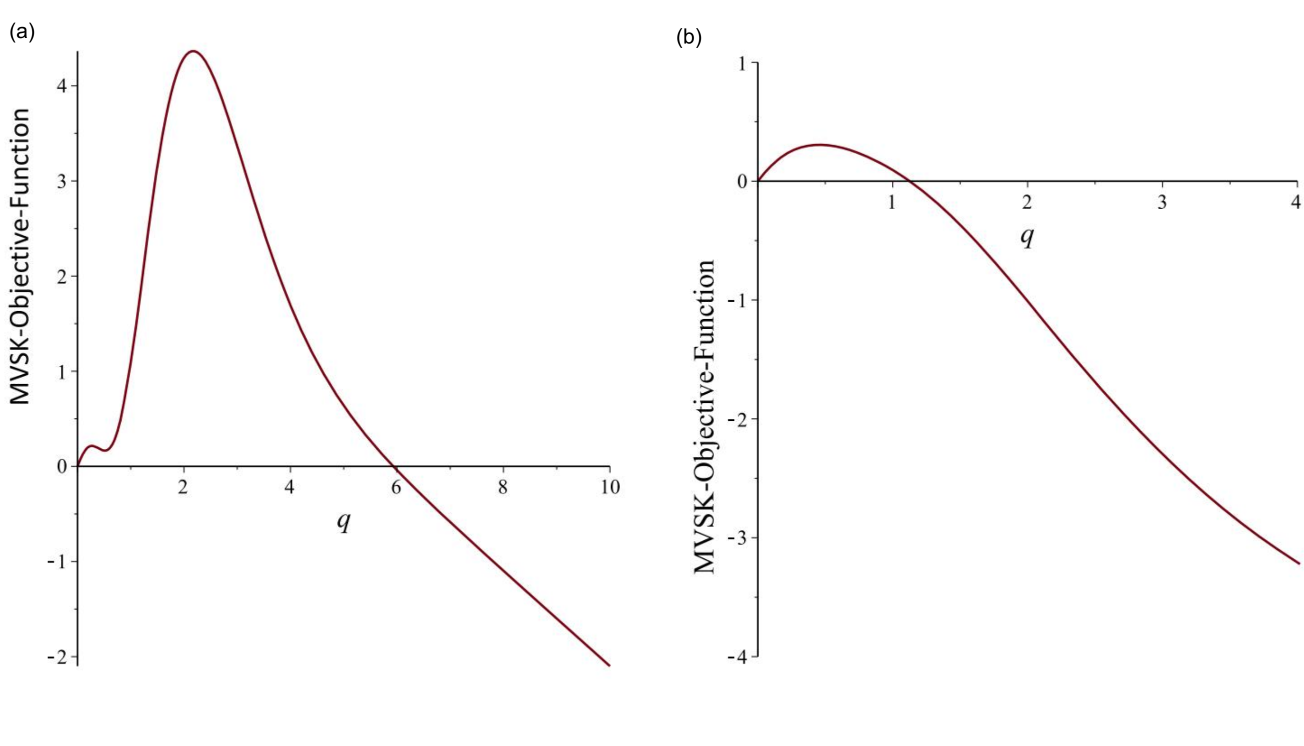


Tabla 7 Impactos de la búsqueda de asimetría y la aversión a la curtosis en la cantidad óptima de pedido del vendedor de periódicos q

Modelo	Impacto de la búsqueda de asimetría en q	Impacto de la aversión a la curtosis en q
(OP1)	Efecto estrictamente positivo si y sólo si (i) SPðqÞ ¼ kSP tiene dos soluciones qS1 y qS2, y qS1 \q EP \qS2 qVK , una y EPðqS2Þ [EPðqS1Þ; o (ii) SPðqÞ ¼ kSP tiene solo solución qS2 y q EP \qS2 qVK . De lo contrario, efecto no positivo	Efecto no positivo
(OP2)	–	Efecto no positivo
(OP3)	Efecto estrictamente positivo si y sólo si (i) SPðqÞ ¼ kSP tiene dos soluciones qS1 y qS2, y qS1 \qE1 qS2 minðqE2; qKÞ ; o (ii) SPðqÞ ¼ kSP tiene solo una solución qS2, y qE1 minðqE2; qS2 qK Þ. Efecto no positivo en caso contrario	Efecto no positivo
(OP4)	Efecto estrictamente positivo si y sólo si (i) SPðqÞ ¼ kSP tiene dos soluciones qS1 y qS2, y qS1 \qE1 qS2 minðqE2; qVÞ ; o (ii) SPðqÞ ¼ kSP tiene solo una solución qS2, y qE1 minðqE2; qS2 qV Þ. Efecto no positivo en caso contrario	–

Notas. '—' significa que eliminar la consideración de la asimetría (o curtosis) de la ganancia eliminará el objetivo de (OP2) (o (OP4)), lo que no arroja ningún resultado. solución.

Tabla 8 Cantidad óptima de pedido q OP5 para (OP5) con diferente Parámetros del modelo de media, varianza, asimetría y curtosis

	Cantidad de pedido óptima q OP5			
	r = 3		r = 9	
	Uniforme demanda	Exponencial demanda	Uniforme demanda	Exponencial demanda
SPG				
0	0,9825	0,4471	0,3697	0.2257
0,5	0,8833	0,4419	0,3420	0,2026
	0,8109	0,4353	0,3201	0.1847
1	0,7118	1,3996	0,2875	0.1596
2	0,6463	2,1470	0,2644	0,1432
3	0,5988	2,6603	0,2469	0.8825
4	0,5624	3,0420	0,2331	1.2329
5 6	0,5332	3,3305	0,2217	1.4686
gKP				
0	1,1588	0,4815	0,5106	5.2019
0,01	1,1465	0,4804	0,4997	4.1246
0,05	1,1042	0,4763	0,4661	0.2579
0,1	1,0618	0,4714	0,4373	0.2467
0,5	0,8832	0,4419	0,3420	0,2026
	0,7826	0,4171	0,2973	0.1785
1	0,6803	0,3845	0,2552	0,1542
2	0,6226	0,3624	0,2325	0.1406
3 4	0,5833	0,3456	0,2172	0.1313

aumenta, la cantidad óptima de pedido aumenta si gSP es grande y la demanda sigue una distribución exponencial, y disminuye en los demás casos. En tercer lugar, en el MVSK modelo, a medida que gKP aumenta, la cantidad óptima de pedido siempre disminuye. Estos hechos muestran que la asimetría La búsqueda induce al vendedor de periódicos a pedir más o menos menos, mientras que la aversión a la curtosis induce al vendedor de periódicos pedir menos, que son consistentes con los de abajo (OP1)–(OP4).

Observe que cuando tenemos la “M”, “V”, “S” y "K" de beneficio en nuestro análisis, estas cantidades pueden conflicto entre sí, lo cual es similar al

Tabla 9 Cantidad de pedido óptima en el modelo neutral al riesgo y el Modelo de varianza media

	r = 3		r = 9	
	Uniforme demanda	Exponencial demanda	Uniforme demanda	Exponencial demanda
q EP	3,7500	0,6931	4,6875	1.3862
q MV	1,7535	0,4816	1,0726	0.3701

Situación que surge en la toma de decisiones multicriterio. problemas, resueltos asignando pesos a los objetivos en conflicto. De la misma manera, las operaciones Los gerentes en el mundo real deberían ser capaces de hacer una decisión que equilibra sus propios intereses en “MVSK” cuando formulan los problemas de optimización adecuados. Nuestro estudio proporciona los detalles sobre el óptimo solución y cómo se puede coordinar la cadena de suministro. Consulte el Apéndice C para obtener información más detallada. discusiones.9

6. Coordinación de la cadena de suministro

La literatura sobre SCC ha demostrado que los sistemas descentralizados la toma de decisiones conduce a una doble marginación. A Para superar este problema, una variedad de contratos tales como Se han propuesto recompras y reparto de ingresos, bajo el cual la función de beneficio del agente individual es una proporción constante de la función de beneficio total del sistema SC. A estos contratos los llamamos contrato de reparto proporcional. Los estudios existentes suponen que quien toma las decisiones es neutral al riesgo. Han demostrado que el contrato de reparto proporcional funciona muy bien con respecto a SCC. porque el contrato puede alinear los incentivos de los individuos con el objetivo del sistema. Estudiar SCC con Agentes MV, Gan et al. (2004) demostraron que el contrato de reparto proporcional podría coordinar el sistema SC porque el contrato puede asignar tanto el canal beneficio y el pago total de media-varianza proporcionalmente entre los agentes. En esta sección ampliamos el trabajo de Gan et al. (2004) para estudiar los problemas del SCC en la presencia de agentes de MVSK. Consideramos dos casos: (i) cada agente maximiza su función objetivo MVSK y (ii) cada agente maximiza su beneficio esperado, sujeto a restricciones dadas en los momentos superiores del ganancia.

Considere una cadena de suministro SC compuesta por un fabricante M y un minorista R. El fabricante produce el producto a un costo unitario c y lo vende al minorista a un precio mayorista unitario w ≥ c. el minorista Tiene que decidir la cantidad de pedido q antes del mercado. se realiza la demanda X. El producto se vende en el mercado al precio minorista r y cualquier producto sobrante se recupera en v. En este contexto, el minorista, Las funciones de beneficio del fabricante y del sistema son PRðqÞ¼ðr wÞq ðr vÞ maxð0; q XÞ, PMðqÞ ¼ ðw cÞq y PSCðqÞ¼ðr cÞq ðr vÞ max ð0; q XÞ, respectivamente. Teniendo expectativa de estos funciones de beneficio con respecto a X dan la del minorista, ganancias esperadas del fabricante y del sistema de la siguiente manera: EPRðqÞ¼ðr wÞq ðr FðxÞdx, EPMðqÞ $_0^q$ ¼ ðw cÞq y EPSCðqÞ¼ðr cÞq ðr vÞ $_0^q$ FðxÞdx. Es bien sabido que el óptimo del minorista La cantidad de pedido R que maximiza su beneficio esperado satisface Fðq RÞ ¼ $\frac{rw}{rv}$, mientras que el total esperado del sistema cantidad de maximización de beneficios satisface Fðq SCÞ ¼ $\frac{RC}{rv}$, es decir, el minorista neutral al riesgo pide menos en el sistema descentralizado. Los contratos de participación proporcional se utilizan comúnmente en la literatura SCC para inducir al minorista a comportarse consistentemente con el objetivo del sistema. Aquí tomamos el reparto de ingresos y contratos de recompra como ejemplos. Según el contrato de reparto de ingresos, el fabricante cobra w por unidad comprada y el minorista le da al fabricante un porcentaje 1/ de sus ingresos. En esto En este caso, la función de beneficio del minorista es PRðqÞ ¼ ð/r wÞq /ðr vÞ maxð0; q XÞ y el del el fabricante es PMðqÞ ¼ ½ð1 /Þr þ w cq ð1 /Þðr vÞ maxð0; q XÞ. Bajo la recompra contrato, el fabricante cobra al minorista w por unidad comprada y acepta recomprar cualquier unidad no vendida unidades al precio de recompra b ≥ v. El beneficio del minorista la función es PRðqÞ¼ðr wÞq ðr bÞ maxð0; q XÞ y el del fabricante es PMðqÞ¼ðw cÞq ðb vÞ maxð0; q XÞ. Siguiendo a Pasternack (1985) y Cachon y Lariviere (2005), obtenemos la Proposición 5.

PROPUESTA 5. 10(i) Si los parámetros del contrato de reparto de ingresos satisfacen w = /c, entonces la ganancia del minorista es PRðqÞ ¼ /PSCðqÞ y la ganancia del fabricante es PMðqÞ¼ð1 /ÞPSCðqÞ. (ii) Si el contrato de recompra los parámetros satisfacen b = (1 /)r + /v y w = r(1 /) + /C, entonces la ganancia del minorista es PRðqÞ ¼ /PSCðqÞ y la ganancia del fabricante es PMðqÞ¼ð1 /ÞPSCðqÞ.

Según el contrato de participación proporcional caracterizado por la Proposición 5, el minorista neutral al riesgo que maximiza su beneficio esperado también está maximizando el beneficio esperado total del sistema porque / es constante e independiente de q. La cadena de suministros con agentes neutrales al riesgo está así coordinado y el beneficio del canal se puede asignar arbitrariamente entre los agentes. La elección de / depende de el poder de negociación de los agentes (Cachon y Lariv-iere 2005).

Observe que quien toma decisiones en MVSK se preocupa por no sólo el beneficio esperado sino también el beneficio incertidumbres, medidas por la varianza, asimetría, y curtosis de ganancias, que enfrentaría. denotamos el pago del agente de MVSK i por parte de UiðPiðqÞ; qÞ. Él Cabe señalar que la recompensa del agente MVSK i ya no es igual a su beneficio esperado porque el agente de MVSK se refiere tanto a la rentabilidad y las incertidumbres sobre las ganancias asociadas con el logro de este desempeño de ganancias. Los ejemplos 4 y 5 muestran las funciones de pago que usaremos en las secciones 6.1 y 6,2, respectivamente.

EJEMPLO 4. Si el agente i pretende maximizar su función objetivo MVSK, su pago es UiðPiðqÞ; qÞ ¼ EPiðqÞ gi;VPVPiðqÞ þ gi;SPSPiðqÞ gi;KPKPiðqÞ, donde EPiðqÞ, VPiðqÞ, SPiðqÞ y KPiðqÞ son los cuatro momentos de beneficio del agente i PiðqÞ, respectivamente.

EJEMPLO 5. Si el agente i pretende maximizar su rendimiento esperado beneficio bajo las siguientes restricciones: (i) el beneficio la varianza no excede un nivel dado ki;VP; (ii) el La asimetría del beneficio no es menor que un umbral. ki;SP; y (iii) la curtosis de la ganancia no exceda de un Dado el nivel ki;KP, podemos expresar su pago como

UiðPiðqÞ;qÞ

¼ EPiðqÞ si VPiðqÞki;VP; SPiðqÞki;SP; KPiðqÞki;KP;
1 en caso contrario:

Seguimos a Gan et al. (2004) para definir la coordinación de una cadena de suministro con agentes de MVSK. De Gan et al. (2004), el problema del SCC se compone de un problema externo problema y un problema interno. el externo Implica la elección de una acción que debe tomar la cadena de suministro, como la decisión sobre la cantidad del pedido, mientras que el interno se ocupa de la asignación de beneficios del canal entre los agentes estableciendo adecuadamente el contrato parámetros (Gan et al. 2004). Por lo tanto, todo el problema de SCC es elegir un par de acciones (s, h (s)) 2 S 9 Θ, donde s 2 S denota el exterior acción, S denota el conjunto de acciones externas, h(s) 2 Θ es la acción interna, y Θ denota el conjunto de funciones desde S hasta [0, 1]. Seguimos la literatura para definir los siguientes conceptos: (i) Una función h(s) 2 Θ se denomina regla de reparto según la cual el beneficio del agente i es Piðs ; hðsÞÞ, que satisface P Piðs; hðsÞÞ ¼ PSCðsÞ. Observe que una vez que se determina un par de acciones (s¡ h(s)), entonces la función de beneficio de cada agente Piðs; hðsÞÞ está determinado.

Por eso escribimos UiðPiðs; hðsÞÞ; sÞ simplemente como Uiðs; hðsÞÞ. (ii) Dada una acción externa s, la regla de reparto h ðsÞ es una regla de reparto óptima de Pareto si no existe otra regla de reparto que pueda mejorar la situación de un agente sin empeorar la situación de otro, es decir, ðURðs ; hðsÞÞ; UMð; h ðsÞÞÞ es un punto óptimo de Pareto del conjunto fðURðs; hðsÞÞ; UMð; hðsÞÞÞ; hðsÞ 2 Hg, donde Uiðs; hðsÞÞ es la recompensa del agente i, i 2 {R, M}. (iii) El par de acciones ðs; h ðsÞÞ es un par de acciones óptimo de Pareto si ðURðs; hðsÞÞ; UMð; h ðsÞÞÞ es un punto óptimo de Pareto del conjunto fðURðs; hðsÞÞ; UMð; hðsÞÞÞ; ðs; hðsÞÞ 2 S Hg. Con estos conceptos, definimos la coordinación de la cadena de suministro de la siguiente manera:

DEFINICIÓN 2. (Gan et al. 2004). Se dice que un contrato coordina una cadena de suministro si las acciones de optimización de los agentes bajo el contrato: (i) conducen a un par de acciones ðs; h ðsÞÞ que es óptimo de Pareto y (ii) satisface las restricciones de pago de reserva de cada agente.

Denotamos los pagos de reservas del minorista y del fabricante como pR y pM, respectivamente. El minorista y el fabricante están dispuestos a participar en el contrato si pueden obtener al menos los pagos de la reserva. En nuestro modelo, la acción externa s es elegir la cantidad a ordenar q, y la acción interna h(s) es determinar el tipo de contrato y los parámetros que conducen a una regla de participación en las ganancias h(q) entre los agentes. Si el par de acciones (q, h (q)) puede maximizar el pago total de los agentes11 y satisface el pago de la reserva de cada agente, el SCC se logra mediante el contrato. Para obtener los pares de acciones óptimos de Pareto ðq; h ðqÞÞ que conducen a un pago Par-eto-óptimo, seguimos a Gan et al. (2004) para resolver q y h(q) secuencialmente: Primero, encontramos la regla de reparto de beneficios óptima de Pareto h ðqÞ para la acción externa q de un canal determinado. Luego, resolvemos la acción externa óptima q después de que h ðqÞ haya sido obtenido.

6.1. Caso A: Agentes MVSK que maximizan sus respectivas funciones objetivo MVSK En este caso, el pago del agente MVSK i 2 {R, M} es

Uiðq;hðqÞÞ ¼ EPiðq;hðqÞÞ gi;VPVPiðq;hðqÞÞ
þgi;SPSPiðq;hðqÞÞ gi;KPKPiðq;hðqÞÞ; ð40Þ

donde gi;VP [0, gi;SP [0 y gi;KP [0 son las preferencias ponderadas del agente i por la varianza, asimetría y curtosis de la ganancia, respectivamente.

EPiðq; hðqÞÞ, VPiðq; hðqÞÞ, SPiðq; hðqÞÞ y KPiðq; hðqÞÞ son los cuatro momentos de ganancia del agente i, respectivamente.

Observe que la ganancia del agente i bajo el par de acciones (q, h(q)) se puede expresar como

Piðq; hðqÞÞ ¼ hiðqÞPSCðqÞ pi; yo 2 fR; magnesio; ð41Þ

donde hðqÞ¼fhRðqÞ; hMðqÞg, P i2fR;Mg hiðqÞ ¼ 1, y i2fR;Mg pi ¼ 0.12 satisfacen P el beneficio total de los agentes Los pi son constantes que es PSCðqÞ¼ðr cÞq ðr vÞ maxð0; q XÞ. Tenga en cuenta que h(q) puede depender de la cantidad del pedido q y de la demanda realizada x.

Si h(q) es constante, la llamamos regla de reparto proporcional y la denotamos por h.[13] Los momentos estadísticos de Piðq; hðqÞÞ y Piðq; hÞ se dan en la Tabla 10. Para facilitar la presentación, definimos alguna notación en la Tabla 11. En la Tabla 10 se encuentra que: (i) El pago lateral pi; yo 2 fR; Mg, agrega un valor constante a la función de beneficio del agente y de beneficio esperado, y no afecta la varianza, la asimetría y la curtosis del beneficio. (ii) La regla de reparto afecta las expresiones de la variación, asimetría y curtosis de las ganancias del agente.

Para encontrar la regla de reparto óptima de Pareto h ðqÞ, resolvemos14

máx
hðqÞ2H X Uiðq; hðqÞÞ; calle; X Piðq; hðqÞÞ ¼ PSCðqÞ;
i i

yo 2 fR; magnesio:

ð42Þ

Es difícil derivar soluciones de forma cerrada para problema (42).15 La solución óptima puede ser una regla de reparto que dependa de q, y tal vez ninguna de las reglas de reparto proporcional h sea óptima de Pareto.16 Dejamos de lado el problema de encontrar reglas de reparto óptimas de Pareto de forma cerrada . En cambio, nos centramos en examinar si la regla de reparto proporcional h, una regla de reparto especial, puede lograr el resultado óptimo de Pareto. Al hacerlo, podemos determinar el desempeño del contrato de participación proporcional para lograr SCC. Claramente, según el contrato de reparto proporcional, las ganancias del canal se distribuyen entre los agentes mediante una regla de reparto proporcional h. Con la Tabla 10, reescribimos la Ecuación (40) de la siguiente manera:

Uiðq; hÞ ¼ hiEPSCðqÞ pi gi;VPhi ^{2} VPSCðqÞ ð43Þ
þ gi;SPhi ^{3} SPSCðqÞ gi;KPhi ^{4} KPSCðqÞ

¼ hola EPSCðqÞ gi;VPhiVPSCðqÞ ð44Þ
þgi;SPhi ^{2} SPSCðqÞ gi;KPhi ^{3} KPSCðqÞ pi:

La recompensa total de los agentes es

X i Uiðq;hÞ ¼ EPSCðqÞ VPSCðqÞ X i gi;VPhi 2

þSPSCðqÞ X i gi;SPhi 3 KPSCðqÞ X i gi;KPhi 4 ;

ð45Þ

donde P i hola = 1 y P i pi = 0, i 2 {R, M}. Dado que la regla de reparto proporcional h es una solución para el problema (42), conduce a un par de acciones óptimo de Pareto sólo si los objetivos de los agentes individuales están alineados de modo que la acción optimizadora del agente individual i bajo el contrato también maximice el total. función de pago. El lema 6 proporciona las condiciones bajo las cuales los objetivos de los agentes individuales bajo h están alineados entre sí.

LEMA 6. Supongamos que h es una solución para el problema (42). El pago total P Uiðq; h Þ se maximiza optimizando el pago del agente individual Uiðq; h Þ si y sólo si Q ðh i ; gi;vicepresidente; gi;SP; gi;KPÞ ¼ Q SCðh i ; gi;vicepresidente; gi;SP; gi;KP; gi;vicepresidente; gi;SP; gi;KPÞ, i 2 {R, M}, donde el subíndice i representa al otro agente (excluyendo al agente q i i), ðh i ; gi;vicepresidente; gi;SP; gi;KPÞ¼arg maxq 0 Uiðq; h Þ y Q ðh; gi;vicepresidente; gi;SP; gi;KP ; gi;vicepresidente; gi;SP; gi;KP Þ¼arg maxq 0 P Uiðq; hÞ. De lo contrario, los agentes individuales tendrán intereses desalineados y no se alcanzará el beneficio total máximo.

En el caso de MV, Gan et al. (2004) demostraron que la regla de reparto proporcional óptima de Pareto es única, 1=gi;VP , es decir, h ¼ fh P i g, bajo el cual no sólo 1=gi;VP el beneficio del canal sino también el pago total se puede asignar proporcionalmente entre los agentes. Por lo tanto, los incentivos de los agentes individuales siempre están alineados entre sí bajo h. Aquí mostramos si el pago total se puede asignar proporcionalmente bajo h en el caso MVSK. El lema 7 da una condición suficiente para Q ðh i ; gi;vicepresidente; gi;SP; gi;KPÞ ¼ Q SCðh i ; gi;vicepresidente; gi;SP; gi;KP; gi;vicepresidente; gi;SP; gi;KPÞ permitiendo que el pago total se distribuya proporcionalmente entre los agentes, es decir, Ui ðq; Uiðq; hÞ son h Þ ¼ /i P donde /i y pi son constantes que satisfacen P /i 1 y P ¼ 0, i pi i 2 {R, M}.

LEMA 7. Uiðq; h Þ ¼ /i P y sólo si h i Uiðq; hÞ Pi se gi;SPh i ¼ /i P i gi;SPh i 3 cumple si ¼ /i, gi;VPh i ¼ /i P i 2 4 y 2, , gi;KPh i gi;VPh i ¼ /i P i gi;KPh i 0 pi ¼ pi , lo que lleva a

h i ¼P i 1=gi;VP 1=gi;VP ¼ 1= PAGi ffiffiffiffiffiffiffiffiffiffiffiffi gi;SP p 1= ¼ 1= ffiffiffiffiffiffiffiffiffiffiffiffi gi;KP p3 PAGi ffiffiffiffiffiffiffiffiffiffiffiffi gi;KP p3 ; yo 2 fR;Mg:

ð46Þ

El lema 7 muestra que sólo en el caso muy especial en el que se cumple la ecuación (46) la regla de reparto óptima h asigna el beneficio total proporcionalmente como puede hacerlo en una cadena de suministro con agentes neutrales al riesgo y en una con agentes MV. Sin embargo, en la mayoría de los casos es poco probable que se cumpla la ecuación (46). Además, debemos señalar que Q SCðh i ; gi;vicepresidente; gi;SP; gi;KP; gi;vicepresidente; gi;SP; gi;KPÞ se ve afectado por las preferencias del agente i por i ðhyo ; momentos más altos de su beneficio, mientras que Q gi;VP; gi;SP; gi;KPÞ no se ve afectado por estos parámetros, es decir, las dos cantidades de pedido tienen expresiones diferentes. Esto implica que los siguientes problemas “maxq 0 Uiðq; h Þ” y “maxq 0 P Uiðq; h Þ” generalmente genera diferentes cantidades óptimas de pedido, excepto en los casos en que los parámetros de preferencia de momento superior satisfacen ciertas condiciones que simplemente conducen a Q ðh yo ; gi;vicepresidente; gi;SP; gi;KPÞ ¼ Q SCðh i ; gi;vicepresidente; gi;SP; gi;KP; gi;vicepresidente; gi;SP; gi;KPÞ, la solución. En otras palabras, la función para maximizar el beneficio total (si existe) puede no inducir a los agentes individuales a realizar la acción externa óptima de Pareto q voluntariamente.

PROPUESTA 6. Cuando los agentes de MVSK pretenden maximizar sus respectivas funciones-objetivo de MVSK, el contrato de reparto proporcional puede lograr un pago óptimo de Pareto si y sólo si: (i) existe una regla de reparto proporcional h siendo una solución para el problema (42) y (ii) ðh i ; Q i gi;vicepresidente; gi;SP; gi;KPÞ ¼ Q SCðh i ; gi;vicepresidente; gi;SP; gi gi;VP; gi;SP; gi;KPÞ, i 2 {R, M}.

Como hemos demostrado anteriormente, es posible que las condiciones establecidas en la Proposición 6 no se cumplan, por lo que es posible que no exista un contrato de reparto proporcional óptimo de Pareto cuando tanto el fabricante como el minorista son tomadores de decisiones en MVSK.

Tenga en cuenta que cuando gi;SP = gi;KP = 0, el modelo MVSK se reduce al modelo MV. En este caso, dado que P i 1= ffiffiffiffiffiffiffiffi gi;SP p 1= ffiffiffiffiffiffiffiffi gi;SP p y 1= PAGi ffiffiffiffiffiffiffiffiffiffiffiffiffiffiffiffiffiffiffi gi;KP p3 puede tomar cualquier valor en [0, 1], ffiffiffiffiffiffiffiffiffiffiffiffiffiffiffiffiffi gi;KP p3 sabemos que por la Ecuación (46), el contrato reparto proporcional 1=gi;VP caracterizado por EPiðqÞ ¼ PAGi 1=gi;VP EPSCðqÞ pi y P i pi = 0, i 2 {R, M}, pueden conducir a un pago óptimo de Pareto, lo cual es consistente con los resultados de Gan et al. (2004). Además, cuando gi;VP = gi;SP = gi;KP = 0; yo 2 fR; Mg, el contrato caracterizado por la Ecuación (46) se reduce al obtenido para el caso neutral al riesgo, bajo el cual h toma cualquier valor en [0, 1]. Otros dos casos importantes que merecen mencionarse son los siguientes: (i) Cuando i poder el fabricante es neutral al riesgo y el minorista es un tomador de decisiones MVSK, es decir, gM;VP ¼ gM;SP ¼ gM;KP ¼ 0, según la ecuación (46), puede existir un contrato de reparto proporcional óptimo de Pareto según el cual h = 0 y h = 1. En este caso, el

R METRO

Cuadro 10 Piðq; hðqÞÞ; Piðq; hÞ; yo 2 fR; magnesio; y sus cuatro momentos

	Detallista	Fabricante
Piðq; hðqÞÞ	hR ðqÞPSC ðqÞ pR	ð1 hR ðqÞÞPSC ðqÞ pM
EPiðq; hðqÞÞ	E½hR ðqÞPSC ðqÞ PR	E½hM ðqÞPSC ðqÞ pM
VPiðq; hðqÞÞ	E½fhR ðqÞPSC ðqÞ E½hR ðqÞPSC ðqÞg2	E½fhM ðqÞPSC ðqÞ E½hM ðqÞPSC ðqÞg2
SPiðq; hðqÞÞ	E½fhR ðqÞPSC ðqÞ E½hR ðqÞPSC ðqÞg3	E½fhM ðqÞPSC ðqÞ E½hM ðqÞPSC ðqÞg3
KPiðq; hðqÞÞ	E½fhR ðqÞPSC ðqÞ E½hR ðqÞPSC ðqÞg4	E½fhM ðqÞPSC ðqÞ E½hM ðqÞPSC ðqÞg4
Piðq; hÞ	hR PSC ðqÞ pR hR	hM PSC ðqÞ pM
EPiðq; hÞ	EPSC ðqÞ pR hR	hM EPSC pM
VPiðq; hÞ	2 VPSC ðqÞ	mh 2 VPSC
SPiðq; hÞ	hora 3 SPSC ðqÞ	mh 3 SPSC ðqÞ
KPiðq; hÞ	hora 4 KPSC ðqÞ	mh 4 KPSC ðqÞ

Tabla 11 Algunas notaciones

Notación	Expresión
N1ðqÞ	R0 q FðxÞdx
N2ðqÞ	2R 0 q ðq xÞF ðxÞdx R0 q FðxÞdx 2
N3ðqÞ	3R 0 q ðq xÞ 2 F ðxÞdx þ 6 R 0 q F ðxÞdx R 0 q ðq xÞF ðxÞdx 2 R 0 q FðxÞdx 3
N4ðqÞ	4R 0 q ðq xÞ 3 F ðxÞdx 12 R 0 q F ðxÞdx R 0 q ðq xÞ 2 F ðxÞdx þ 12 R 0 q F ðxÞdx 2R q 0 ðq xÞF ðxÞdx 3ð Þ N1ðqÞ 4
EPSC ðqÞ	ðr cÞq ðr ðr ðr ðr vÞN1ðqÞ
VPSC ðqÞ	vÞ 2 N2ðqÞ
SPSC ðqÞ	vÞ 3 N3ðqÞ
KPSC ðqÞ	vÞ 4 N4ðqÞ

Tabla 12 Algunos casos especiales de la Proposición 8 (R: Minorista, M: Fabricante)

Casos especiales	Cambios en ^R (en comparación con el caso en el que R y M son ambos MVSK)	Trascendencia
R y M son neutrales al riesgo (ki;VP ¼ þ1, ki;SP ¼ 1, ki;KP ¼ þ1, i 2 {R, M}).	^R es mayor, donde hj ¼ þR / EPSC ðqPEÞ y hj = 1 j = 1; 2; 3. pm / EPSC ðqPEÞ ;	La flexibilidad de la coordinación proporcional. contratos compartidos es tan alto como el del Modelo SCC clásico.
R es MVSK y M es riesgo neutro (kM;VP ¼ þ1, kM;SP ¼ 1, kM;KP ¼ þ1).	^R es mayor, donde hj tampoco permanece sin cambios o se vuelve más pequeño, y hj tampoco permanece no cambia o se hace más grande, j = 1, 2, 3.	Comparado con el caso donde R y M son MVSK, el proporcional coordinador Los contratos compartidos son más flexibles en el caso donde M es neutral al riesgo.
R es neutral al riesgo y M es MVSK (kR;VP ¼ þ1, kR;SP ¼ 1, kR;KP ¼ þ1).	^R es mayor, donde hj , cualquiera permanece sin cambios o se vuelve más pequeño, y hj , cualquiera de los dos permanece no cambia o se hace más grande, j = 1, 2, 3.	En comparación con el caso en el que ambos agentes son MVSK, la flexibilidad de la coordinación contratos es mayor en el caso de que R es neutral al riesgo.

El fabricante obtiene todas las ganancias del canal y transfiere una pago fijo al minorista, es decir, el fabricante soporta todas las incertidumbres sobre las ganancias. (ii) Cuando el El minorista es neutral al riesgo y el fabricante es un MVSK.

tomador de decisiones, es decir, gR;VP ¼ gR;SP ¼ gR;KP ¼ 0, puede existir un reparto proporcional óptimo de Pareto contrato bajo el cual h METRO ¼ 0 yh R ¼ 1. En este caso, el minorista soporta todas las incertidumbres sobre las ganancias, es decir, el El minorista comparte todas las ganancias del canal y el fabricante recibe un pago adicional fijo.

Si existe una regla de reparto proporcional h ¼ fh R; h Mg que cumple las condiciones especificadas en Proposición 6, podemos diseñar el reparto proporcional contrato y encontrar la cantidad óptima que conduce a una Par de acciones óptimo de Pareto ðq; hÞ. Primero comprobamos el contrato de reparto de ingresos. Para el reparto de ingresos contrato, si w ¼ h Rc, entonces el contrato de reparto de ingresos junto con un pago adicional puede lograr el Pagos óptimos de Pareto. Para el contrato de recompra, nosotros encuentre que si w ¼ ð1 h RÞr þ h Rc y b ¼ ð1 h RÞr þ h Rv, el contrato de recompra con un pago adicional puede conducir a los resultados óptimos de Pareto. El pago lateral pi, i 2 {R, M}, está determinada por el poder de negociación de los agentes. La cantidad óptima de pedido q puede ser obtenido resolviendo maxq 0 Uiðq; h Þ, que es el igual que el obtenido resolviendo máxq 0 P i2fR;Mg Uiðq; hÞ. Según la Definición 2, Además de las condiciones óptimas de Pareto, SCC también requiere que se cumplan las restricciones de pago de la reserva: URðq; h Þ pR y UMðq; h Þ pM, es decir, pM UMðq; h Þ pR URðq; h Þ pR, donde pR es el pago lateral transferido entre los agentes. Si pM UMðq; h Þ [URðq; h Þ pR, es decir, pR þ pM [P i2fR;Mg Uiðq; h Þ, las restricciones de pago de la reserva no se satisfacen.

Hasta el momento, aunque en general no podemos obtener lo que La regla de forma cerrada de reparto de Pareto h[17] tenemos ðqÞ, demostró que el enfoque de coordinación ampliamente utilizado en los casos de riesgo neutral y MV ya no coordina el canal bajo el marco MVSK (excepto en algunos casos especiales donde los parámetros de preferencia de momento más alto de los agentes satisfacen ciertas condiciones entonces ðh i ; gi;VP; gi;SP; gi;SP; i gi;KPÞ ¼ Q SCðh i ; gi;VP; gi;SP; que Q gi;KP; gi;VP; gi;KPÞ). Este hecho motiva nuestro análisis más detallado del caso general a continuación.

Cuando la regla de reparto proporcional no conduce a pares de acciones óptimos de Pareto, sabemos que h ðqÞ depende de la acción externa del canal q. Esto aumenta la complejidad de elaborar un contrato de coordinación. En este caso, para coordinar el canal, primero debemos encontrar la regla de reparto óptima de Pareto para cada q y obtener el conjunto correspondiente de pagos óptimos de Pareto de los agentes, que se denota por Wq, es decir , Wq fðURðq ; hðqÞÞ; UMðq; hðqÞÞÞ tal que h(q) es óptimo de Pareto, h(q) 2 Θ}. Al integrar todos los q posibles, obtenemos el conjunto de todos los resultados óptimos de Pareto W ¼ [qWq. Luego determinamos la frontera óptima de Pareto del conjunto Ψ, que es el subconjunto de Ψ que cumple todas las restricciones de pago de reserva. Cualquier punto en esta frontera es óptimo de Pareto, lo que corresponde a los pares de acciones óptimos de Pareto ðq; hðqÞÞ.

Finalmente, podemos diseñar un contrato de coordinación que pueda conducir a un punto en la frontera óptima de Pareto.18

6.2. Caso B: Agentes MVSK que maximizan sus respectivas ganancias esperadas

En este caso, consideramos que el agente MVSK apunta a optimizar su ganancia esperada, sujeto a restricciones dadas sobre la varianza, asimetría y curtosis de su ganancia. El problema de optimización del agente está dado por

máx EPiðq; hðqÞÞ; yo 2 fR; magnesio; ð47Þ

calle; VPiðq; hðqÞÞ ki;VP; SPiðq; hðqÞÞ ki;SP; KPiðq; hðqÞÞ ki;KP: ð48Þ

El pago del agente i, i 2 {R, M}, es

Uiðq; hðqÞÞ ¼ EPiðq; hðqÞÞ; si se cumplen las restricciones en ð48Þ; 1; de lo contrario: ð49Þ

No necesitamos considerar un par de acciones (q, h(q)) que no satisfaga las restricciones de la ecuación (48), porque bajo el par, el pago del agente es ∞ y el contrato será rechazado.

PROPUESTA 7. Si cada agente en una cadena de suministro maximiza su beneficio esperado, sujeto a restricciones dadas sobre la varianza, asimetría y curtosis del beneficio, entonces un par de acciones (q, h(q)) es óptimo de Pareto si y sólo si el beneficio esperado de la cadena de suministro se maximiza sobre el conjunto de todos los pares de acciones que satisfacen la ecuación (48).

Por la Proposición 7, la Definición 2 se reduce a la Definición 3.

DEFINICIÓN 3. La cadena de suministro está coordinada según el contrato si se cumplen las siguientes condiciones: (i) se cumplen las restricciones de la Ecuación (48); (ii) se maximiza el beneficio esperado de la cadena de suministro; y (iii) los pagos del minorista y del fabricante no son menores que los pagos de reserva correspondientes pR y pM, respectivamente.

Observe que la cantidad óptima que maximiza el beneficio esperado del canal sin ninguna con-Por lo tanto, EPSCðq EPÞ límite del beneficio son las restricciones superiores es q EP. esperado del canal sobre el conjunto de pares de acciones que satisfacen la ecuación (48). En la literatura de SCC con agentes neutrales al riesgo, el contrato de participación proporcional h se puede utilizar para inducir al minorista a ordenar q EP bajo el cual se logra la máxima ganancia esperada del canal. Seguimos este enfoque en esta subsección. Las fracciones de la ganancia del canal compartidas por el minorista y el fabricante se denotan por h y 1 h, respectivamente.

Tenga en cuenta que h 2 [0, 1] puede no ser único y su rango refleja la flexibilidad del contrato de participación proporcional. Sea R^ el rango de h que satisface las ecuaciones (50) a (53):

hePSCðq EPÞ pR; ð1 hÞEPSCðq EPÞ pM; ð50Þ

h2 VPSCðq EPÞ kR;VP; ð1 hÞ[2] VPSCðq EPÞ kM;VP; ð51Þ

h3 SPSCðq EPÞ kR;SP; ð1 hÞ[3] SPSCðq EPÞ kM;SP; ð52Þ

h4 KPSCðq EPÞ kR;KP; ð1 hÞ[4] KPSCðq EPÞ kM;KP; ð53Þ

donde EPSCðq EPÞ, VPSCðq EPÞ, SPSCðq EPÞ y KPSCðq EPÞ son la media, la varianza, la asimetría y la curtosis de la ganancia total PSCðqÞ, respectivamente, cuando la cantidad del pedido es q EP. Para evitar casos triviales, asumimos que R^ no está vacío. Gan et al. (2004) hicieron una suposición similar de que el subconjunto de pagos óptimos de Pareto que satisfacen todas las restricciones de participación no está vacío. Está claro que si h 2 R^, entonces, según la Definición 3, la cadena de suministro está coordinada según el contrato de reparto proporcional. El rango factible de R^ viene dado por el Lema 8.

LEMA 8.

(i) Cuando la distribución de la demanda X está sesgada hacia la izquierda, ya que VPSCðq EPÞ [0, SPSCðq EPÞ \0 y KPSCðq EPÞ [0, tenemos

R^ ¼ fhjh1 h h1g; ð54Þ

donde h1 ¼ máx PR / EPSCðq EPÞ ; 1 km;vp / VPSCðq EPÞ s ; 1 km;vp / SPSCðq EPÞ 3 segundos ; 1 kM;KP / KPSCðq EPÞ 4 segundos ; 0 ! ; ð55Þ

h1 ¼ min 1 pm / EPSCðq EPÞ ; kR;VP / VPSCðq EPÞ s ; kR;VP / SPSCðq EPÞ 3 segundos ; kR;KP / KPSCðq EPÞ 4 segundos ; 1 ! : ð56Þ

(ii) Cuando la distribución de la demanda X es simétrica o está sesgada hacia la derecha, (a) si SPSCðq EPÞ \ 0, entonces R es el mismo que en (i); (b) si SPSCðq EPÞ ¼ 0, cuando kR;SP 0 y km; SP 0, 19 entonces tenemos

R^ ¼ fhjh2 h h2g; ð57Þ

donde h2 ¼ máx PR / EPSCðq EPÞ ; 1 km;vp / VPSCðq EPÞ s ; 1 kM;KP / KPSCðq EPÞ 4 segundos ! ; ð58Þ

h2¼min 1 pm / EPSCðq EPÞ ; kR;VP / VPSCðq EPÞ s ; kR;KP / KPSCðq EPÞ 4 segundos ; 1 ! ; ð59Þ

(c) si SPSCðq EPÞ [0, desde VPSCðq EPÞ [0, SPSCðq EPÞ [0, y KPSCðq EPÞ [0, tenemos

R^ ¼ fhÞjh3 h h3g; ð60Þ

donde h3 ¼ máx PR / EPSCðq EPÞ ; 1 km;vp / VPSCðq EPÞ s ; kR;SP / SPSCðq EPÞ 3 segundos ; 1 kM;KP / KPSCðq EPÞ 4 segundos ; 0 ! ; ð61Þ

h3 ¼min 1 pm / EPSCðq EPÞ ; kR;VP / VPSCðq EPÞ s ; 1 km;SP / SPSCðq EPÞ 3 segundos ; kR;KP / KPSCðq EPÞ 4 segundos ; 1 ! : ð62Þ

Del Lema 8, vemos que cuando R^ no está vacío, los contratos comúnmente utilizados, incluidos el reparto de ingresos y la recompra, pueden coordinar la cadena de suministro si pueden asignar la fracción h 2 R^ de las ganancias del canal al minorista. y la fracción 1 nel beneficio para el fabricante al disponer los parámetros del contrato h del canal como se muestra en la Proposición 5. Según el contrato de reparto proporcional fhjh 2 R^g, el minorista elegiría voluntariamente la cantidad óptima de pedido y todas las condiciones de la Definición 3 son satisfecho.

q EP

Del Lema 8, R^ se ve afectado por la distribución de la demanda. La Proposición 8 muestra los impactos de ki;VP, ki;SP y R^. ki;KP, i 2 {R, M}, en

PROPUESTA 8. (i) Cuando kM;VP aumenta, entonces hj, j 2 1, 2, 3, no cambia o es más pequeño, y hj, j 2 1, 2, 3, permanece sin cambios. (ii) Cuando kM;SP disminuye, entonces h1 no cambia o es más pequeño, h1 permanece sin cambios, h2 y h2 permanecen sin cambios, h3 permanece sin cambios y h3 no cambia o es más grande. (iii) Cuando kM;KP aumenta, entonces hj, j 2 1, 2, 3, no cambia o es más pequeño, y hj, j 2 1, 2, 3, permanece sin cambios. (iv) Cuando kR;VP aumenta, entonces hj, j 2 1, 2, 3, permanece sin cambios, y hj, j 2 1, 2, 3, no cambia o es mayor. (v) Cuando kR;SP disminuye, entonces h1 permanece sin cambios, h1 no cambia o es más grande, h2 y h2 permanecen sin cambios, h3 no cambia o es más pequeño y h3 permanece sin cambios. (vi) Cuando kR;KP aumenta, entonces hj, j 2 1, 2, 3, permanece sin cambios, y hj, j 2 1, 2, 3, no cambia o es mayor.

La proposición 8 muestra que incorporar las preferencias del tomador de decisiones por momentos más altos de su beneficio afecta la flexibilidad del contrato de coordinación de participación proporcional. Es importante ver que es más fácil lograr SCC y la flexibilidad del contrato de coordinación es mayor cuando el agente tiende a ser más neutral al riesgo. Específicamente, (i) cuando el fabricante es menos adverso a la varianza del beneficio (es decir, kM;VP es mayor), o menos adverso a la curtosis del beneficio (es decir, kM;KP es mayor), encontramos que el conjunto factible R^ no cambia o es mayor (hj no cambia o es más pequeño, mientras que hj permanece sin cambios), lo que implica que es más fácil lograr SCC ya que el fabricante está dispuesto a soportar más incertidumbres sobre las ganancias.

mientras se lleva una mayor parte de las ganancias del canal. (ii) Cuando el fabricante busca menos asimetría (es decir, kM;SP es menor), si SPSCðq EPÞ \0, entonces R^ se mantendrá sin cambios o aumentará (h1 no cambia o es más pequeño, mientras que h1 permanece sin cambios). Este impacto implica que la flexibilidad del contrato de reparto proporcional de coordinación es mayor y el fabricante está dispuesto a soportar más incertidumbres sobre las ganancias mientras toma una mayor proporción de las ganancias del canal; si SPSCðq EPÞ ¼ 0, entonces R^ se mantendrá sin cambios; si SPSCðq EPÞ [0, entonces R^ se mantendrá sin cambios o aumentará (h3 no cambia, mientras que h3 no cambia o es mayor), lo que implica que la flexibilidad del contrato de coordinación es mayor. En este caso, el fabricante puede transferir más incertidumbres sobre las ganancias al minorista mientras toma una proporción menor de las ganancias del canal, lo cual es contrario al caso donde SPSCðq EPÞ \ 0. De manera similar, (iii) cuando el minorista es menos reacio a la varianza de las ganancias (es decir, kR;VP es mayor), o menos adversa a la curtosis de las ganancias (kR;KP es mayor), encontramos que la flexibilidad del contrato de coordinación de participación proporcional es mayor ya que el minorista puede disfrutar de una mayor parte de las ganancias del canal (hj podría ser mayor) al asumir más incertidumbres sobre las ganancias (v) Cuando el minorista busca menos asimetría (es decir, kR;SP es menor), si SPSCðq EPÞ \0, entonces la flexibilidad del contrato de coordinación es mayor y el minorista está dispuesto a soportar más incertidumbres sobre las ganancias mientras toma una mayor proporción del canal. ganancia; si SPSCðq EPÞ ¼ 0, entonces la flexibilidad del contrato de coordinación permanece sin cambios; si SPSCðq EPÞ [0, entonces la flexibilidad del contrato de coordinación es mayor, pero el minorista transferirá más incertidumbres sobre las ganancias al fabricante al tomar una proporción menor de las ganancias del canal, lo cual es contrario al caso en el que SPSCðq EPÞ \ 0.

Algunos casos especiales se ilustran en la Tabla 12. En la Tabla 12, podemos ver que, en comparación con una cadena de suministro con un agente neutral al riesgo y un agente MVSK, una cadena de suministro con dos agentes neutrales al riesgo tendrá un conjunto factible R^ mayor, mientras que una cadena de suministro con dos agentes MVSK tendrá un R^ más pequeño. Esto implica que es más fácil para la cadena de suministro con dos agentes neutrales al riesgo, mientras que es más difícil para la cadena de suministro con dos agentes MVSK lograr el beneficio máximo esperado del canal, que la cadena de suministro con un agente neutral al riesgo y un agente MVSK. Como resultado, una cadena de suministro con dos agentes que tienen una preferencia MVSK similar (por ejemplo, una cadena de suministro en la que dos agentes son ambos indiferentes a VP, SP y KP, o una cadena de suministro en la que dos agentes son ambos sensibles a VP , SP y KP) puede funcionar mejor o peor (en términos de beneficio esperado) que aquel en el que dos agentes tienen una preferencia MVSK diferente (por ejemplo, una cadena de suministro en la que un agente es indiferente a VP, SP y KP, mientras que el otro uno es sensible a VP, SP y KP).

6.3. Ignorar las preferencias de los agentes MVSK por SP y KP

Para ilustrar la importancia de tomar en consideración las preferencias de los agentes MVSK por SP y KP, en esta subsección exploramos las situaciones en las que se supone erróneamente que uno o ambos agentes MVSK tienen un objetivo MV. . Ilustramos cuán graves serán estas suposiciones erróneas en términos de la viabilidad de la coordinación de canales.

Primero consideramos el Caso A, en el que cada agente maximiza su propia función objetivo MVSK. Como analizamos anteriormente, lograr el óptimo de Pareto es necesario para lograr SCC. Recuerde de la Proposición 6 que tenemos dos condiciones importantes para que un contrato de participación proporcional h sea óptimo de Pareto, a saber, (C1) h es una solución para el problema (42) y (C2) h puede alinear las relaciones de los agentes individuales. objetivos con el objetivo de todo el sistema para que Q ðh; gi;vicepresidente; gi;SP; gi;KPÞ ¼ Q SCðh; gi;vicepresidente; gi;SP; gi;KP; gi;vicepresidente; gi;SP; gi;KPÞ; yo 2 fR; mg. Exploramos cómo cambiaría el rango de contratos de reparto proporcional óptimo de Pareto (es decir, el rango factible de h que satisface (C1) y (C2)) cuando el fabricante, el minorista o ambos se aproximan y suponen que son MV. . Es difícil para nosotros derivar analíticamente los cambios de rango de h Par-eto-óptimo debido a la complejidad matemática del problema. Por lo tanto, para tener una mejor idea sobre la importancia de incorporar correctamente las preferencias de MVSK para lograr SCC, preparamos un ejemplo numérico. Dejamos que la función de densidad de demanda sea fðxÞ ¼ ex y establecemos los siguientes parámetros: r = 4, v = 1, c = 1.5, gM;VP ¼ 2, gM;SP ¼ 1:5, gM;KP ¼ 1, gR; VP = 3, gR;SP = 1, gR Observe que estos parámetros del modelo son bastante comunes en el mundo real y satisfacen los supuestos del modelo. Hemos variado los valores de estos parámetros y el resultado principal sigue siendo válido. Con estos parámetros, podemos derivar el rango de los contratos de participación proporcional óptimos de Pareto en las cuatro situaciones (como se define en la Tabla 13). Específicamente, descubrimos que: (i) en la Situación IV, hay una h única que satisface (C1) y (C2); (ii) en las situaciones I, II y III, no existe un ah que satisfaga (C1) y (C2) simultáneamente, lo que implica que ninguno de los contratos de participación proporcional puede lograr SCC y usamos £ para denotar el conjunto de Pareto -Contratos de reparto proporcional óptimos en estas situaciones. Estos resultados se resumen en la Tabla 14. De la Tabla 14, está claro que si se supone que ambos agentes MVSK tienen objetivos MV, tendrán

Tabla 13 Cuatro situaciones

Situación I	Cuando se estiman correctamente las preferencias de los agentes de MVSK por SP y KP
Situación II	Cuando se supone que el minorista MVSK es MV
Situación III	Cuando se supone que el fabricante de MVSK es MV
Situación IV	Cuando se supone que ambos agentes MVSK son MV

Machine Translated by Google

Tabla 14 El rango de distribución proporcional "óptima de Pareto" Contratos en diferentes situaciones en el caso A

Rango de h	Situación I	Situación II	Situación III	Situación IV
h = fhR ; hM g £££ hR = 0:4, hM = 0:6				

Cuadro 15 El rango del reparto proporcional "coordinador" Contratos en diferentes situaciones

	Situación I	Situación II	Situación III	Situación IV
Límite inferior h	0,4741	0,4660	0,4741	0.3333
Límite superior h	0,4962	0,4962	0,5646	0.9428

corren el riesgo de acordar un reparto proporcional contrato que no puede alcanzar el SCC.

Consideremos ahora el caso B, donde cada agente maximiza su propio beneficio esperado sujeto a determinadas restricciones sobre VP, SP y KP. Recuerde que el Lema 8 da el conjunto de contratos de reparto proporcional de coordinación, R^, que se expresa por el rango factible de h (la fracción de las ganancias del canal compartida por el minorista). Para revelar los impactos de ignorar MVSK, Exploramos cómo cambiaría el alcance de los contratos de coordinación de reparto proporcional cuando Se supone que uno o ambos agentes MVSK exhiben un objetivo MV. Similar al caso A, utilizamos un ejemplo numérico para ilustrar la importancia de incorporar correctamente MVSK en la fijación del contrato de suministro. Sea la función de densidad de demanda fðxÞ ¼ ex y establezca r = 4, v = 1, c = 1,5, kM;VP = 1:5, kM;SP = 0:3, kM;KP = 1:6, kR;VP = 3, kR;SP = 0:25, kR;KP = 2 y pR ¼ pM ¼ 0. Resumimos el rango de los contratos de reparto proporcional coordinados en diferentes situaciones (como se define en la Tabla 13) en la Tabla 15, donde h y h denotan los límites inferior y superior de h 2 R^.

La Tabla 15 muestra que al ignorar el MVSK preferencias del agente por SP y KP y asumir que uno o ambos agentes son MV, existe una diferencia entre los rangos "correctos" e "incorrectos" de la tasa de participación en las ganancias h para lograr SCC. La diferencia es bastante grande entre las situaciones I y IV. A Para tener una mejor idea, la Tabla 16 muestra el porcentaje de desajuste entre el "rango real" y el "rango incorrecto" rango" de los contratos de reparto proporcional de coordinación. La Tabla 16 implica que si asumimos una MVSK agente para ser un agente de MV, entonces podemos usar un contrato que no coordina la cadena de suministro, particularmente en el caso de la Situación IV donde ambos agentes están se supone que es MV (en este caso, el mayor desajuste ocurre).

En resumen, en los Casos A y B, al ignorar MVSK y simplemente suponiendo que el agente de MVSK exhiba una Objetivo MV, se puede formar un contrato ineficiente que no logrará coordinar la cadena de suministro de MVSK. Esto perjudicará a la cadena de suministro y a sus miembros.

7. Perspectivas y observaciones finales

Una serie de artículos teóricos en finanzas y ciencias de la gestión han reconocido la necesidad de incorporar asimetría y curtosis junto con la media y la varianza de retorno (o beneficio) en el modelo de decisión para tomar decisiones de inversión más precisas. Sin embargo, Las preferencias de quien toma las decisiones por los momentos más elevados. de las ganancias, como la asimetría y la curtosis, se ignoran en gran medida en el control de inventario y las operaciones. literatura de gestión. En este artículo realizamos un estudio analítico sobre el problema del vendedor de periódicos que Tiene en cuenta las preferencias de quien toma las decisiones. para la media, la varianza, la asimetría y la curtosis de las ganancias. Primero analizamos las propiedades estructurales del problema. y derivar analíticamente la cantidad óptima para ordenar decisión. Luego exploramos los impactos de SP y KP. sobre las decisiones óptimas del vendedor de periódicos. Finalmente nosotros definir SCC con agentes MVSK utilizando el concepto de optimización de Pareto y determinar si y cómo Se puede coordinar la cadena de suministro de MVSK. Nosotros también examinar cómo sería la viabilidad del SCC afectado si ignoramos MVSK y simplemente "aproximamos" y asumir que un agente MVSK individual es un MV uno. La Tabla 17 resume los principales hallazgos y ideas, correspondientes a las preguntas de investigación propuestas en la sección 1.

Tabla 16 Porcentaje de falta de coincidencia de los rangos de h para lograr Coordinación de la cadena de suministro en el caso B

	Situación II	Situación III	Situación IV
% Discordancia	36,65%	309,50%	2780,09%

Investigaciones futuras pueden ampliar nuestro trabajo para estudiar otras variantes del problema del vendedor de periódicos, como considerar la presencia de una pérdida por desabastecimiento, la situación que involucran las decisiones de precios y esfuerzo de ventas, etc. Además, se puede considerar ampliar nuestro modelo a El caso de varios periodos. También es interesante estudiar Los objetivos de MVSK van más allá de los contratos de cadena de suministro con cobertura financiera (Caldentey y Haugh). 2009).

Expresiones de gratitud

Los autores agradecen sinceramente al editor del departamento, senior editor y revisores por su crítica, constructiva y y comentarios perspicaces que condujeron a importantes mejoras de este estudio. Este estudio amplía y generaliza la investigación de la tesis doctoral de Tsan-Ming Choi. (realizado durante 1999-2002 en CUHK) desde el "análisis de varianza media" hasta el "análisis de varianza-media-curtosis" dominio. Le gustaría dedicar este estudio a su doctorado.

Tabla 17 Principales hallazgos y perspectivas

Preguntas de	Hallazgos e implicaciones
investigación 1. ¿Cuáles son las propiedades estructurales de la asimetría (SP) y la curtosis (KP) del beneficio aleatorio del vendedor de periódicos? (VP y EP son conocidos en la literatura)	(a) Existe un umbral único para la cantidad del pedido, denotado por q0, por encima del cual SP aumenta con la cantidad del pedido q, mientras que por debajo del cual SP disminuye con q. Este umbral es independiente de los parámetros de ingresos y costos del modelo de vendedor de periódicos y depende únicamente de la distribución de la demanda. SP se minimiza en q0 y se maximiza en los puntos límite de q. (b) KP siempre aumenta con q. (c) Cuando q tiende al infinito, tanto SP como KP convergen a valores constantes, que están determinados por la asimetría y la curtosis de la demanda.
2. ¿Cómo formulamos los problemas de optimización de un vendedor de periódicos MVSK? ¿Cuáles son las decisiones de pedido óptimas del tomador de decisiones de MVSK bajo diferentes modelos de MVSK?	Construimos cuatro problemas de optimización restringidos MVSK con diferentes funciones objetivo y diferentes restricciones, y encontramos la solución óptima para cada problema. Además, formulamos y analizamos el problema de optimización con la función objetivo MVSK, que comprende la media, la varianza, la asimetría y la curtosis del beneficio.
3. ¿Cuáles son los impactos de SP y KP en las decisiones de pedido óptimas del tomador de decisiones de MVSK?	Inconsistente con la literatura de MV que afirma que la cantidad de pedido óptima del vendedor de periódicos con aversión al riesgo no es mayor que la solución fractil crítica estándar q EP , mostramos que la cantidad de pedido óptima bajo los modelos MVSK puede ser estrictamente mayor que q EP bajo algunas condiciones. que se ilustra en la Tabla 6. La aversión a la curtosis tiene un efecto no positivo sobre la cantidad óptima del pedido, mientras que la búsqueda de asimetría tiene un impacto negativo o positivo.
4. ¿Cómo coordinamos la cadena de suministro en presencia de agentes de MVSK? ¿Cuáles son los impactos de incorporar las preferencias de los agentes por momentos más altos de ganancia en el SCC?	Utilizando el concepto de optimización de Pareto, primero definimos SCC con agentes MVSK y luego estudiamos SCC en dos casos: (i) cada agente maximiza su propia función objetivo MVSK y (ii) cada agente maximiza su propio beneficio esperado, sujeto a condiciones dadas. restricciones sobre VP, SP y KP. Encontramos que la incorporación de SP y KP afecta sustancialmente la viabilidad de SCC y la flexibilidad del contrato de coordinación.
5. Si se aproxima un agente MVSK y se supone que es MV, ¿cómo afectaría la viabilidad de lograr SCC?	Si se supone que uno o ambos agentes de MVSK SC exhiben un objetivo de MV, la posibilidad de lograr SCC mediante contratos se verá muy afectada negativamente.

mentores el profesor Duan Li y el profesor Houmin Yan por sus amables consejos, inspiración y apoyo durante más de 20 años. La investigación de Juzhi Zhang fue parcialmente financiada por la Fundación Nacional de Ciencias Naturales de China (subvenciones n.º 71601176, 71671170) y la beca posdoctoral de la Universidad Politécnica de Hong Kong. La investigación de Tsan-Ming Choi fue parcialmente financiada por el Consejo de Subvenciones de Investigación (Hong Kong) en el marco del Fondo General de Investigación (nº PolyU 152294/16E). ECT

La investigación de Cheng fue apoyada en parte por la Universidad Politécnica de Hong Kong bajo la cátedra de administración de empresas Fung Yiu King, Wing Hang Bank. Tsan-Ming Choi es el autor correspondiente de este estudio. Todos los autores han hecho contribuciones significativas a este estudio y la lista de autorías sigue un orden alfabético inverso.

Apéndice A. Todas las pruebas técnicas

PRUEBA DE PROPUESTA 1. Para SP(q), tenemos SP0 ðqÞ ¼ 6ðr vÞ donde þ R ^{3} FðqÞAðqÞ, R$_0^q$ FðxÞdx ^{2} $_0^q$ xFðxÞdx q R $_0^q$ AðqÞ FðxÞdx. Desde A0 ðqÞ ¼ ð2FðqÞ 1Þ $_0^q$ FðxÞdx, sabemos que: si 0 < RF(q) < 1/2, entonces A0 ðqÞ \0; si F(q) = 1/2, entonces A0 ðqÞ ¼ 0; si F(q) > 1/2, entonces A0 ðqÞ [0. Por lo tanto, A(q) se minimiza en el punto q ¼ F1ð1 2Þ. Además, A(0) = 0, AðF1ð1 2ÞÞ \0 y limq!þ1 AðqÞ ¼ limq!þ1 f ¼ Var½X [0, donde ðrvÞ $_2$ vpðqÞ þR $_0^q$ ðq xÞFðxÞdxg Vicepresidente ðrvÞ ^{2} limq!þ1 VPðqÞ ¼ VP ¼ ðr vÞ ^{2} Var½X ha sido demostrado por Chen y Federgruen (2000). Por lo tanto, como muestra la Figura A1, existe aq ¼ q0 2 ðF1ð1 2Þ; þ1Þ tal que A(q) < 0 si 0\ q \q0, A(q) = 0 si q ¼ q0, y A(q) > 0 si q [q0.

Aquí, q ¼ q0 es la solución única de A(q) = 0 para cualquier q 2 (0, +∞). Denota el límite superior mínimo de q como q. Entonces, tenemos FðqÞ ¼ Fð þ 1Þ ¼ 1 y q [q0. Observe que: (i) Para cualquier q 2 ð0; ^{3} FðqÞ [0, sabemos que SP0 ðqÞ tiene el qÞ, ya que 6ðr vÞ tiene el mismo signo que A(q), lo que implica que SP0 ðqÞ \0 si 0\ q \q0, SP0 ðqÞ ¼ 0 si q ¼ q0, y SP0 ðqÞ [0 si q0 \ q \q. (ii) Si q = 0, tenemos SP0 ðqÞ ¼ 0 ya que A(q) = 0; si qq, tenemos SP0 ðqÞ ¼ 0 ya que FðqÞ ¼ 0. Estos dos hechos implican que SP(q) disminuye en q cuando q q0 y aumenta en q cuando q [q0. Por lo tanto, SP(q) se minimiza en el punto q = q0 y se maximiza en los pur Defina el valor máximo de SP(q) como SP, tenemos SP ¼ maxðSPð0Þ; SPðqÞÞ. Si SPðqÞ \ SPð0Þ, entonces SP(q) siempre es negativo para cualquier q > 0.

PRUEBA DE PROPUESTA 2. Derivando KP(q) con respecto a q, tenemos

$$\text{KP0 ðqÞ ¼ 12ðr vÞ}^4 \text{ FðqÞ " Z}_0^q \text{ ðq xÞ}^2 \text{ FðxÞdx}$$

$$\text{2Z}_0^q \text{ FðxÞdx Z}_0^q \text{ ðq xÞFðxÞdx þ Z}_0^q \text{ FðxÞdx}^{3} \text{ \#} \qquad \text{ðA1Þ}$$

¼ 4ðr vÞ4 FðqÞZ 0 q FðxÞdx 3 SPðqÞ ðr vÞ3#: ðA2Þ

Podemos observar de la ecuación (A2) que: (a) Si SP(q) ≤ 0, entonces KP0 ðqÞ 0, es decir, KP(q) es una función monótona creciente de q. (b) Si SP(q) > 0, de acuerdo con las propiedades estructurales de SP(q), q tiene que satisfacer que q [^q [q0 [F1ð1 2Þ , es decir, FðqÞ [Fð^qÞ [Fðq0Þ [donde ^q 1 2, argq2ðq0; qÞ fSPðqÞ ¼ 0g, y ^q es único ya que SP(q) es una función monotono creciente de q para q 2 ðq0; qÞ. Sea BðqÞ FðxÞdx Tenemos: (i) Para cualquier FðqÞ [0, sabemos R q \q, ya que 4ðr 3 SPðqÞ 4 ðr vÞ que KP0 ðqÞ vÞ tiene el mismo signo que B(q). Diferenciar B(q) con respecto a q produce

B0 ðqÞ ¼ 3FðqÞ Z ¼ 0 q FðxÞdx 2 6FðqÞAðqÞ ðA3Þ

3FðqÞ Z " 0 q FðxÞdx 2 ðA4Þ

6FðqÞ Z 0 q FðxÞdx 2 Z0 q ðq xÞFðxÞdx #

¼ 3ð3FðqÞ 2Þ Z 0 q FðxÞdx 2 þ6FðqÞZ 0 q ðqxÞFðxÞdx: ðA5Þ

De Chen y Federgruen (2000) y Choi et al. (2008b), sabemos que: VPðqÞ¼ðr vÞ ½2q R 0 q FðxÞdx 2 R 0 q xFðxÞdx ðR 0 q FðxÞdxÞ2 0, eso. es, 2 r 0 q ðq xÞFðxÞdx ðR 0 q FðxÞdxÞ2 Entonces el La expresión de B0 ðqÞ se puede reescribir como

B0 ðqÞ ¼ 3ð3FðqÞ 2Þ Z 0 q FðxÞdx 2 þ6FðqÞZ 0 q ðq xÞFðxÞdx ðA6Þ

3ð3FðqÞ 2Þ Z 0 q FðxÞdx 2 þ3FðqÞ Z 0 q FðxÞdx 2 ðA7Þ

¼ 3ð3FðqÞ 2 þ 1 FðqÞÞ Z 0 q FðxÞdx 2 ðA8Þ

¼ 2ð2FðqÞ 1Þ Z 0 q FðxÞdx 2 ðA9Þ

siempre se mantiene. Sustituyendo ^q en B(q) se obtiene Bð^qÞ ¼ R 0 ^q FðxÞdx 3 SPð^qÞ 4 ðr vÞ ¼ R 0 ^q FðxÞdx 3 [0. Entonces, B(q) > 0 siempre es válido para cualquier q [^q y por lo tanto KP0 ðqÞ [0. (ii) Para q ¼ q, dado que FðqÞ ¼ 0, tenemos KP0 ðqÞ ¼ 0. Combinando (i) y (ii), sabemos que, si SP (q) > 0, KP0 ðqÞ 0 retenciones.

Resumiendo los casos (a) y (b), podemos ver que KP0 ðqÞ 0 siempre se cumple para cualquier q ≥ 0, es decir, KP (q) es una función monótona creciente de q. Junto con el hecho de que KP(0) = 0, sabemos que KP(q) ≥ 0, es decir, KP(q) siempre es no negativo. tivo.

PRUEBA DE PROPUESTA 3. Dado que

Z0 q ðq xÞdFðxÞ¼ðq xÞFðxÞjq 0 þZ 0 q FðxÞdx

¼Z 0 q FðxÞdx; ðA10Þ

Z0 q ðq xÞ2dFðxÞ¼ðq xÞ2FðxÞjq 0 + 2 Z0 q ðq xÞFðxÞdx

¼ 2Z0 q ðq xÞFðxÞdx;

ðA11Þ

Z0 q ðq xÞ3dFðxÞ¼ðq xÞ3FðxÞjq 0 þ 3 Z0 q ðq xÞ2FðxÞdx

¼ 3Z0 q ðq xÞ2FðxÞdx;

ðA12Þ

Z0 q ðq xÞ4dFðxÞ¼ðq xÞ4FðxÞjq 0 þ 4 Z0 q ðq xÞ3FðxÞdx

¼ 4Z0 q ðq xÞ3FðxÞdx;

ðA13Þ

tenemos lo siguiente:

SPðqÞ ¼ E½ðPðqÞ E½PðqÞÞ3

¼ E½ðPðqÞÞ3 3E½PðqÞE½ðPðqÞÞ2 þ 2ðE½PðqÞÞ3

ðA14Þ

¼ ðr vÞ 3 " 3Z 0 q ðq xÞ2FðxÞdx

6 Z 0 q FðxÞdxZ 0 q ðq xÞFðxÞdx 2 Z 0 q FðxÞdx 3 #

¼ ðr vÞ 3 "Z0 q ðq xÞ3dFðxÞ

3Z 0 q q ðq xÞdFðxÞ Z 0 q ðq xÞ2dFðxÞ þ 2 Z 0 q ðq xÞdFðxÞ 3 #

ðA15Þ

y

KPðqÞ ¼ E½ðPðqÞ E½PðqÞÞ4 ðA16Þ

¼ E½ðPðqÞÞ4 4E½ðPðqÞÞ3 E½PðqÞ

þ 6E½ðPðqÞÞ2 ðE½PðqÞÞ2 3ðE½PðqÞÞ4 ðA17Þ

¼ ðr vÞ 4 " 4Z 0 q ðq xÞ3 FðxÞdx 12 Z 0 q FðxÞdx Z 0 q ðq xÞ2 FðxÞdx

ðA18Þ

þ12Z 0 q FðxÞdx 2Z 0 q ðq xÞFðxÞdx 3 Z 0 q FðxÞdx 4 #

ðA19Þ

¼ ðr vÞ 4 " Z 0 q ðq xÞ4 dFðxÞ

4Z 0 q ðq xÞdFðxÞ Z 0 q ðq xÞ3 dFðxÞ

6 Z 0 q ðq xÞdFðxÞ 2 ðA20Þ

Z 0 q ðq xÞ2 dFðxÞ 3 Z 0 q ðq xÞdFðxÞ 4 #

Además, desde

E½ðE½X XÞ 3 ¼ E½ðq X q þ E½XÞ3 ¼

E½ðq X E½q XÞ3 ðA21Þ

¼ E½ðq XÞ3 3ðq XÞ 2 E½q X þ 3ðq XÞðE½q XÞ2 ðE½q XÞ3

ðA22Þ

¼ E½ðq XÞ3 3E½ðq XÞ2 E½q X þ 2ðE½q XÞ3

ðA23Þ

¼Z 0 þ1 ðq xÞ3 dFðxÞ 3 Z 0 þ1 ðq xÞ2 dFðxÞ Z 0 þ1 ðq xÞdFðxÞ þ 2 Z 0 þ1 ðq xÞdFðxÞ 3

ðA24Þ

y

E½ðE½X XÞ 4 ¼ E½ðq X q þ E½XÞ4 ¼

E½ðq X E½q XÞ4 ðA25Þ

¼ E½ðq XÞ4 4ðq XÞ3 E½q X þ 6ðq XÞ 2 ðE½q XÞ2 4ðq XÞðE½q XÞ3 þ ðE½q XÞ4

ðA26Þ

¼ E½ðq XÞ4 4E½ðq XÞ3 E½q X þ 6E½ðq XÞ2 ðE½q XÞ2 3ðE½q XÞ4 ðA27Þ

¼Z 0 þ1 ðqxÞ4 dFðxÞ 4 Z 0 þ1 ðqxÞ 3dFðxÞ Z 0 þ1 ðqxÞdFðxÞ þ6 Z 0 þ1 ðqxÞ2 dFðxÞ Z 0 þ1 ðqxÞdFðxÞ 2

3Z 0 þ1 ðqxÞdFðxÞ 4 ;

ðA28Þ

tenemos: limq!þ1 SPðqÞ ¼ ðr E½ðE½X XÞ 3 E½ðX E½XÞ3 ¼ ðr vÞ y limq!þ1 E½ðE½X XÞ 3 vÞ ¼ðr vÞ 3 limq!þ1 E½ðE½X XÞ limq!þ1 KPðqÞ¼ðr vÞ 4 XÞ ðr vÞ 4 ¼ðr vÞ 4 E½ðE½X XÞ 4 ¼ E½ðX E½XÞ4 .

PRUEBA DE PROPUESTA 4.

(i) Si la demanda X tiene una asimetría negativa, es decir, E½ðX E½XÞ3 \ 0, tenemos limq!þ1 SPðqÞ \0. De la Proposición 1, sabemos que: SP(q) = 0 cuando q = 0, y SP(q) < 0 cuando q > 0. Si la demanda X tiene una asimetría cero, es decir, E½ðX E½XÞ3 = 0, tenemos limq !þ1 SPðqÞ ¼ 0. De la Proposición 1, sabemos que: SP(q) = 0 cuando q = 0, SP(q) < 0 cuando q > 0, y SP(q) = 0 cuando q→+∞. Si la demanda X tiene una asimetría positiva, es decir, E½ðX E½XÞ3 [0, entonces limq!þ1 SPðqÞ [0.

De la Proposición 1, sabemos que: SP(q) = 0 cuando q = 0, SP(q) < 0 cuando 0\q \^q, y SP(q) ≥ 0 cuando q ^q, donde ^q argq2ðq0 ; qÞ fSPðqÞ ¼ 0g y ^q es único. Dado que SP(q) aumenta en q cuando q ^q, el límite superior de SP(q) es SP ¼ limq!þ1 SPðqÞ ¼ðr vÞ 3 E½ðX E½XÞ3 [0. (ii) De las proposiciones 2 y 3, sabemos que KP(q) está acotado entre cero y KP ðr vÞ 4 E½ðX E½XÞ4 .

PRUEBA DEL LEMA 2. Primero verificamos la restricción SPðqÞ kSP. (1) Cuando la distribución de la demanda X del vendedor de periódicos tiene una asimetría negativa, como muestra la Figura 4d, SP ¼ SPð0Þ ¼ 0 [limq !þ1 SPðqÞ.

En este caso, (1a) si SPðq0Þ \kSP limq!þ1 SPðqÞ, entonces SPðqÞ ¼ kSP tiene dos raíces, que se ubican en las regiones q \q0 y q [q0, respectivamente. Denotamos la raíz ubicada en la región q \ q0 por qS1, y la raíz ubicada en la región q [q0 por qS2.

De acuerdo con las propiedades estructurales de SP(q), para satisfacer la restricción SPðqÞ kSP, la cantidad de pedido q debe estar en la región fq qS1g[fq qS2g; (1b) si limq!þ1 SPðqÞ\ kSP \SPð0Þ ¼ SP, entonces SPðqÞ ¼ kSP solo tiene una raíz qS1 que se ubica en la región q \q0. Por lo tanto, para satisfacer la restricción SPðqÞ kSP, la cantidad del pedido q debe estar en la región fq qS1g. (2) Cuando la distribución de la demanda X tiene una asimetría cero, como muestra la Figura 4e, tenemos SP ¼ SPð0Þ ¼ 0 ¼ limq!þ1 SPðqÞ. En este caso, SPðqÞ ¼ kSP siempre tiene dos raíces, qS1 y qS2, donde qS1 se encuentra en la región q \q0 y qS2 se encuentra en la región q [q0. Por lo tanto, para satisfacer la restricción SPðqÞ kSP, la cantidad de pedido q debe estar en la región fq qS1g[fq qS2g. (3) Cuando la distribución de la demanda X tiene una asimetría positiva, como muestra la Figura 4f, tenemos SPð0Þ ¼ 0 \ limq!þ1 SPðqÞ ¼ SP.

En este caso, tenemos: (3a) Si kSP SPð0Þ, entonces SPðqÞ ¼ kSP tiene dos raíces, qS1 y qS2, donde qS1 se encuentra en ½0; q0Þ y qS2 se encuentran en ðq0; þ1Þ. Para satisfacer la restricción SPðqÞ kSP, la solución factible debe ubicarse en la región fq qS1g[fq qS2g. (3b) Si kSP [SPð0Þ, entonces SPðqÞ ¼ kSP solo tiene una raíz qS2 que se ubica en la región fq [q0g. Por lo tanto, para cumplir con SPðqÞ kSP, necesitamos tener q qS2.

Luego verificamos las restricciones VPðqÞ kVP y KPðqÞ kKP. Dado que VP(q) y KP(q) aumentan en q, VPðqÞ ¼ kVP tiene una solución única qV y KPðqÞ ¼ kKP tiene una solución única q ¼ qK, donde qV y qK se definen en la Definición 1. La solución factible de El problema (OP1) debe estar ubicado en la región.

qqVK .

Según el análisis anterior, la región de solución factible que satisface todas las restricciones se puede obtener de la siguiente manera.

Caso A: Cuando (a) la asimetría de la demanda es negativa y kSP limq!þ1 SPðqÞ, o (b) la asimetría de la demanda es cero, o (c) la asimetría de la demanda es positiva y kSP SPð0Þ, entonces SPðqÞ ¼ kSP tiene dos raíces qS1 y qS2. En este caso, la cantidad óptima de pedido debe estar en la región fq qS1g [fq qS2g. Esto, junto con el hecho de que se requiere q qVK para satisfacer las restricciones VPðqÞ kVP y KPðqÞ kKP , se obtiene: si qVK \ qS1, entonces q 2 ½0; qVK; si qS1 qVK \qS2, entonces q 2 ½0; qS1; si qVK qS2, entonces q 2 ½0; qS1[½qS2; qVK.

Caso B: Cuando la asimetría de la demanda es negativa y kSP [limq!þ1 SPðqÞ, SPðqÞ ¼ kSP solo tiene una raíz qS1. Resolviendo q qS1 y q qVK, obtenemos la región de solución factible que satisface todas las restricciones de la siguiente manera: si qVK \ qS1, entonces q 2 ½0; qVK; si qVK qS1, entonces q 2 ½0; qS1.

Caso C: Cuando la asimetría de la demanda es positiva y kSP [SPð0Þ, SPðqÞ ¼ kSP solo tiene una raíz qS2. Resolviendo q qS2 y q qVK, obtenemos la región de solución factible que satisface todas las restricciones de la siguiente manera: si qVK \qS2, entonces no hay solución para el problema (OP1); si qVK qS2, entonces q 2 ½qS2; qVK.

Finalmente, comprobamos la función objetivo EP(q). Tenga en cuenta que EP(q) es cóncava y se maximiza en Esta característica junto con el punto anterior q ¼ q EP.

La región de solución factible derivada implica los siguientes casos: En el caso A, (i) cuando qVK \qS1, la solución óptima del problema (OP1) es

OP1 _ ¼ EP si qVK q EP q
qVK si qVK\q EP; ðA29Þ

(ii) cuando qS1 qVK \qS2, la solución óptima del problema (OP1) es

OP1 _ ¼ q si qS1 q EP
EP qS1 si qS1\q EP; ðA30Þ

(iii) cuando qVK qS2, la solución óptima del problema (OP1) es

OP1 _ ¼ 8 q EP si qS1 q EP
argmaxq2fqS1;qS2gEPðqÞ si qS1\q EP qS2 si
q EP qS2\q EP qVK si q
qVK EP [qVK: ðA31Þ

En el caso B, (i) cuando qVK \ qS1, la solución óptima del problema (OP1) es

OP1 _ ¼ EP si qVK q EP q
qVK si qVK\q EP; ðA32Þ

(ii) cuando qVK qS1, la solución óptima del problema (OP1) es

OP1 _ ¼ q si qS1 q EP
EP qS1 si qS1\q EP: ðA33Þ

En el caso C, (i) cuando qVK \qS2, no hay solución para el problema (OP1); (ii) cuando qVK qS2, la solución óptima del problema (OP1) es

OP1 _ ¼ 8 qS2 si qS2 [q EP si
< qS2 q EP qVK q EP
qVK si q EP [qVK: : ðA34Þ

La combinación de los resultados anteriores completa la prueba del Lema 2.

PRUEBA DEL LEMA 3. Cuando 0\kEP \EP, sabemos que EPðqÞ ¼ kEP tiene dos soluciones qE1 y qE2, las cuales se ubican en la región 0 q \ q EP, y en la región q [q EP, respectivamente. Para garantizar EPðqÞ kEP, la solución óptima de (OP2), q OP2, tiene que satisfacer qE1 q OP2 qE2. Además, dado que VP(q) y KP(q) aumentan en q, la solución factible debe ubicarse en la región q qVK.

De acuerdo con las propiedades estructurales de SP(q), sabemos que la solución óptima que maximiza SP(q) se encuentra en el límite de la región de solución factible.

Por lo tanto, cuando 0\kEP \EP: (a) si qVK \ qE1, no hay solución para el problema (OP2); (b) si qE1 qVK qE2, la región de solución factible es qE1 q qVK. Por lo tanto, la solución óptima del problema (OP2) es q OP2 si y sólo si ¼ qE1 SPðqE1Þ SPðqVKÞ; en caso contrario si SPðqE1Þ ¼ qE2 \SPðqVKÞ, ¼ qVK. (c) si qVK la región de solución factible entonces q OP2 es qE1 q qE2. Por tanto, la solución óptima del problema (OP2) es q Op2 ¼ argmaxq2fqE1;qE2g SPðqÞ.

PRUEBA DEL LEMA 4. Según el Lema 1, resolviendo EPðqÞ kEP, SPðqÞ kSP y KPðqÞ kKP, podemos obtener la región de solución factible de la siguiente manera:

(1) Si (a) la asimetría de la demanda es negativa y kSP limq!þ1 SPðqÞ, o (b) la asimetría de la demanda es cero, o (c) la asimetría de la demanda es positiva y kSP SPð0Þ, la región de solución factible es

fqE1 q qE2g \ ðfq qS1g[fq qS2gÞ \ fq qKg: ðA35Þ

Observe que la función objetivo VP(q) es una función creciente de q. Por tanto, la solución óptima que minimiza VP(q) sólo puede estar en el límite inferior de la región factible anterior. Observe que si la ecuación (A35) es un conjunto no vacío, el límite inferior de la región factible está en el punto q = qE1 o en el punto q = qS2. Por lo tanto, podemos obtener los siguientes tres casos posibles: (i) El límite inferior de la región (A35) está en el punto q ¼ qE1. La condición necesaria y suficiente para que esto suceda es qS2 qE1 qK o minðqS1; qKÞ. En este caso, la solución óptima qE1 es q OP3 ¼ qE1. (ii) El límite inferior de la región (A35) está en el punto q ¼ qS2. La condición necesaria y suficiente para que esto suceda es qS2 minðqE2; qKÞ. En este caso, la solución óptima qS1 \ qE1 es q OP3 ¼ qS2. (iii) En otras condiciones, la región (A35) es un conjunto vacío y (OP3) no tiene solución factible.

(2) Si la asimetría de la demanda es negativa y kSP [limq! þ1 SPðqÞ, la región de solución factible es

fqE1 q qE2g\fq qS1g\fq qKg: ðA36Þ

Podemos observar dos escenarios posibles en (A36) de la siguiente manera: (i) La región de solución factible es un conjunto no vacío y su límite inferior está en el punto q = qE1 . La condición necesaria y suficiente para que esto suceda es qE1 minðqS1; qKÞ. En este caso, la solución óptima es q OP3 ¼ qE1. (ii) En otras condiciones, la región de solución factible está vacía y (OP3) no tiene solución factible.

(3) Si la asimetría de la demanda es positiva y kSP [SPð0Þ, la región de solución factible es

fqE1 q qE2g\fq qS2g\fq qKg: ðA37Þ

Observe que si la ecuación (A37) es un conjunto no vacío, su límite inferior está en el punto q = qE1 o en el punto q = qS2. Así, podemos obtener los siguientes tres casos posibles: (i) El límite inferior de la región (A37) está en el punto q = qE1. La condición necesaria y suficiente para que esto suceda es qS2 qE1 qK. En este caso, la solución óptima es ¼ qE1. (ii) El límite inferior de la región (A37) q OP3 está en el punto q = qS2. La condición necesaria y suficiente es esta.

para a suceder qE1 qS2 minðqE2; qKÞ. En este caso, la solución óptima es q OP3 ¼ qS2. (iii) En otras condiciones, la región (A37) es un conjunto vacío y (OP3) no tiene solución factible.

PRUEBA DEL LEMA 5. La prueba es similar a la del Lema 4.

PRUEBA DEL LEMA 7. Sea la función de pago del agente i una fracción constante de la función de pago total, es decir, Uiðq; h Þ ¼ /i P Uiðq; h Þ yo i 2 fR; Mg, donde Þ /i y pi son constantes que satisfacen P i2fR;Mg /i = 1 y P = 0. En este caso, i2fR;Mg pi , el agente i que optimiza la cantidad a orden también maximiza la función de pago total. Observe que EPSCðqÞ, VPSCðqÞ, SPSCðqÞ y KPSCðqÞ no son lineales entre sí, y cada una de estas expresiones no tiene términos similares con respecto a q con otra. Por lo tanto, Uiðq; h Þ / i P

Uiðq; h Þ þ pi P i ¼ ðh /iÞ 2 EPSCðqÞðgi;VPh i /i P 3 2 /i i gi;VPh i ÞVPSCðqÞ þðgi;SPh i /i P 4 i 4 gi;SPh i ÞSPSC ðqÞðgi;KPh i i 2 gi;KPh i ÞKPSCðqÞðpi pi Þ¼0, {R, M}, siempre es válido para cualquier aq si y sólo si h ¼ /i P 2 ¼ /i P i gi;SPh 2 3 i , gi;KPh ii gi;KPh i ¼ /i, gi;VPh i 3 4 ¼ /i P i gi;VPh i 4 , gi;SPh i y i que conduce a la ecuación (46). pi ¼ pi ,

PRUEBA DE LA PROPUESTA 7. Esta proposición se puede demostrar siguiendo el enfoque del Teorema 4.1 en Gan et al. (2004), que se especifica a continuación.

SÓLO SI: Supongamos que el par de acciones (q, h(q)) es óptimo de Pareto. Si el beneficio esperado de la cadena de suministro EPSCðqÞ no es el beneficio máximo esperado del canal, entonces existe un q0 tal que EPSCðq0 Þ [h0 EPSCðqÞ. Considere el par ðq0 ; ðq0 ÞÞ bajo el cual h0 ðq0 ÞÞ ¼ PRðq; hðqÞÞ y PMðq0 ; h0 ðq0 ÞÞ ¼ ÞRðq0 ; h0 ðq0 ÞÞ ¼ EPR PSCðq0 Þ PRðq; hðqÞÞ. Tenemos

Machine Translated by Google

ðq; hðqÞÞ UMðq0 ; h0 ðq0 ÞÞ ¼ EPSCðq0 Þ EPR ðq; hðqÞÞ. Entonces tenemos URðq0 ; h0 ðq0 ÞÞ ¼ URðq; hðqÞÞ y UMðq0 ; h0 ðq0 ÞÞ [UMðq; hðqÞÞ. Esto significa que (q, h(q)) es Pareto-inferior a ðq0 ; h0 ðq0 ÞÞ, lo que contradice el óptimo de Pareto de (q, h(q)).

SI: Supongamos que se maximiza el beneficio esperado de la cadena de suministro. Si el par de acciones (q, h(q)) no es óptimo de Pareto, sabemos que existe un par de acciones factible ðq00; h00ðq00ÞÞ que es Pareto-superior a (q, h(q)). Por lo tanto, URðq00; h00ðq00ÞÞ þ UMðq00; h00ðq00ÞÞ ¼ EPSCðq00Þ [URðq; hðqÞÞ þ UMðq; hðqÞÞ ¼ EPSCðqÞ, lo que contradice el hecho de que EPSCðqÞ es el beneficio máximo esperado de la cadena de suministro.

PRUEBA DEL LEMA 8. El lema 8 se puede obtener resolviendo las ecuaciones (50) a (53).

PRUEBA DE PROPUESTA 8.

(i) A medida que kM;VP aumenta, sabemos que disminuye. Por lo tanto, 1 km;vp VPSCðq EPÞ q (ia) de

En las ecuaciones (55) y (56), h1 será menor si h1 ¼ 1 km;vp VPSCðq EPÞÞ q ; de lo contrario si h1 6¼ 1 km;vp VPSCðq EPÞ q , h1 permanecerá sin alterar. h1 siempre permanece sin cambios. (ib) De las ecuaciones (58) y (59), obtenemos un resultado similar de que h2 será menor si h2 = 1 km;vp VPSCðq EPÞ q , y permanecerá sin cambios de otra manera. h2 siempre permanece sin cambios. (ic) De las ecuaciones (61) y (62), h3 es menor si h3 = 1 voluntad ser km;vp VPSCðq EPÞ q , y permanecerá inmutable nged de otra manera. h3 siempre permanece sin cambios. (ii)

Cuando kM;SP disminuye: Si SPSCðq EPÞ \ 0, entonces 1 3 q km;SP SPSCðq EPÞ disminuye; y si SPSCðq EPÞ [0, luego 1 3 q km;SP SPSCðq EPÞ aumenta. Por lo tanto,

(iia) de las ecuaciones (55) y (56), h1 será menor si h1 = 1 3q km;SP SPSCðq EPÞ de lo contrario si h1 6¼ 1 3q km;SP SPSCðq EPÞ h1 voluntad permanecer sin cambios. h1 siempre permanece sin cambios. (iib) De las ecuaciones (58) y (59), podemos ver que h2 y h2 permanecen sin cambios. (iic) De las ecuaciones (61) y (62), nos resulta claro que h3 permanece sin cambios. Observando que SPSCðq EPÞ [0 en este caso, por lo tanto h3 será mayor si h3 ¼ 1 3q km;SP SPSCðq EPÞ de lo contrario si h3 ¼6 1 3q km;SP SPSCðq EPÞ h3 permanecerá sin cambios.

Las pruebas de (iii), (iv) y (vi) son similares a las de (i) y se omiten aquí por brevedad. La prueba de (v) es similar a la de (ii).

Apéndice B. Justificación y evidencia para el uso del enfoque MVSK

Proporcionamos una justificación y evidencia más detalladas para el uso del enfoque MVSK para las cadenas de suministro de vendedores de periódicos, que complementa el cuerpo principal de este documento.

En primer lugar, sostenemos que, en presencia de incertidumbre sobre la demanda, la decisión de inventario para el problema del vendedor de periódicos es, de hecho, también una decisión de inversión. En comparación con la inversión en el mercado de valores, la inversión en inventarios de los vendedores de periódicos también se expone al riesgo, ya que hay incertidumbre en el resultado y habría pérdidas.

En segundo lugar, en términos de toma de decisiones, los inversores individuales son quienes toman las decisiones. Los gerentes de operaciones que trabajan para empresas que venden productos de vendedores de periódicos (los llamamos “vendedores de periódicos” por simplicidad) también toman decisiones. Ambos exhiben comportamientos sensibles al riesgo. Es más, la gente ha reconocido la importancia del análisis de “media-varianza” como una forma de explorar el “riesgo” y capturar la “aversión al riesgo” en OM (y de ahí el uso del análisis de media-varianza para el problema del vendedor de periódicos que es presente en publicaciones relacionadas en OM/OR durante la última década).

En tercer lugar, en la literatura de OM, la gente ha formulado agentes sensibles al riesgo en los entornos de los vendedores de periódicos. Algunos han utilizado funciones de utilidad cóncavas (momentos infinitos en general), lo que implica en general que los agentes son sensibles a MVSK.

Además, en el análisis de decisiones como en la economía financiera, observamos que M, V, S y K exhiben buenos significados físicos. En particular, observamos los siguientes hallazgos importantes en la literatura.

1. Aversión al riesgo: Se sabe que la aversión al riesgo captura solo parcialmente la preferencia de riesgo de un individuo (ver Ebert y Wiesen 2011). Por ejemplo, dos inversiones pueden dar igual media y varianza igual de pagos, pero una con el pago más sesgado hacia la izquierda que la otra. El que se inclina más hacia la izquierda es, de hecho, “más riesgoso”, ya que esto puede ser captado por la medida de asimetría.

2. Preferencia de asimetría: Está bien establecido en la literatura que los inversionistas y tomadores de decisiones que enfrentan problemas de incertidumbre tienden a preferir

asimetría positiva porque la posibilidad de obtener un gran beneficio negativo suele ser menor (Briec et al. 2007). También se sabe que la asimetría y la prudencia están relacionadas. Ebert y Wie-sen (2011) descubren que quienes toman decisiones prudentes buscan asimetría. En el análisis de decisiones, Chiu (2005) destaca cómo identificar la decisión óptima con el equilibrio entre riesgo y asimetría.

3. Curtosis: a diferencia de los primeros tres momentos que tienen preferencias claras (por ejemplo, un tomador de decisiones que enfrenta pagos aleatorios tiende a preferir una media más alta, una varianza más baja y una asimetría alta), la curtosis del cuarto momento estadístico se explora mucho menos. En la literatura, se sabe que quienes toman decisiones tienden a favorecer una varianza más pequeña y una curtosis (Lai et al. 2006, Scott y Horvath 1980). Theodossiou y Savva (2016) exploran el impacto de la asimetría y la curtosis en la relación riesgo-retorno en la distribución t generalizada asimétrica. Almeida y García (2017) analizan una forma de ayudar a diferenciar los modelos en los que la dispersión proviene principalmente de la curtosis frente al caso en el que la dispersión depende de la asimetría. En el ámbito de las finanzas, Chabi-Yo (2012) muestra que el precio del riesgo de volatilidad del mercado está restringido por la preferencia de asimetría y la aversión al riesgo del inversor. El autor explora más a fondo la inclusión de la curtosis en la construcción del núcleo de fijación de precios.

Por lo tanto, con base en los argumentos de que (i) la decisión de inventario en el problema del vendedor de periódicos puede verse como una inversión en inventario, (ii) los vendedores de periódicos pueden exhibir comportamientos similares a los inversionistas individuales, (iii) en la literatura de OM, algunos investigadores han utilizado funciones de utilidad cóncavas (momentos infinitos en general) para formular funciones objetivas de agentes sensibles al riesgo en entornos de vendedores de periódicos, implicando en general que los agentes son sensibles a MVSK, y (v) M, V, S , y K son cuatro momentos estadísticos que conllevan buenos significados físicos, proponemos explorar al vendedor de periódicos utilizando el enfoque MVSK.

Al estudiar a través del marco MVSK, logramos lo siguiente:

1. Dado que M, V, S y K son cuatro momentos estadísticos comunes, comprenderlos todos es, en general, útil para avanzar en nuestro conocimiento sobre las importantes cadenas de suministro de los vendedores de periódicos. En finanzas, sabemos que el enfoque MV es muy común y popular. Sin embargo, la gente también reconoce la insuficiencia de MV y de ahí que hayan surgido MVS y MVSK. En la ciencia de la gestión (por ejemplo, análisis de decisiones), también observamos a personas realizando análisis con consideraciones de asimetría y curtosis. Como tal, creemos que el estudio de MVSK es importante.

2. Nuestra formulación incluye cuatro de ellos (los más generales), pero establecer algunos coeficientes en cero reducirá el problema a solo tres o dos momentos (podemos hacer MVS o solo MS, respectivamente). Esto proporciona un modelo flexible para diferentes tomadores de decisiones.

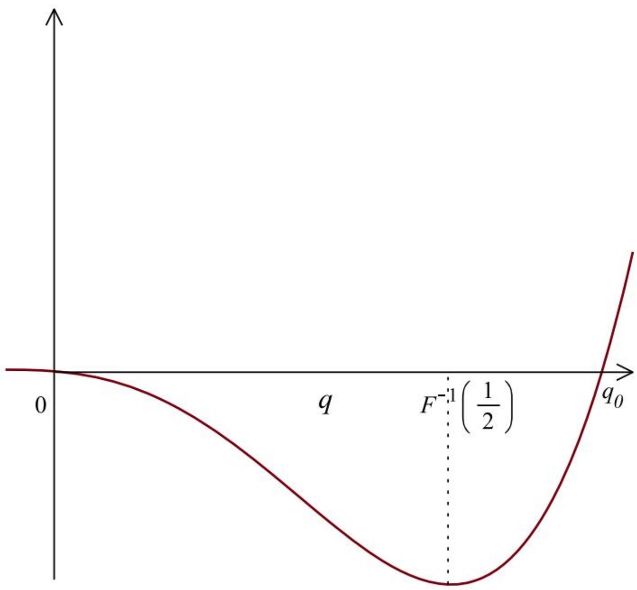
3. MVSK es un objetivo más preciso que MV desde la perspectiva de los momentos estadísticos comunes. Esto es fundamental en dos aspectos. En primer lugar, hoy en día, en los análisis basados en datos, los investigadores quieren capturar más propiedades estadísticas de los datos para el análisis. El enfoque MVSK básicamente sigue esta tendencia y ayuda a proporcionar los detalles estadísticos necesarios para realizar un análisis decente. En segundo lugar, en comparación con el enfoque de la función de utilidad esperada, el enfoque MVSK tiene un nicho porque M, V, S y K tienen todos buenos significados.

Apéndice C. La cuestión de los conflictos entre VP y KP Es importante señalar que el objetivo de MVSK es, de hecho, un objetivo de criterios múltiples. La presencia de objetivos en conflicto es la razón de la técnica de toma de decisiones multicriterio, donde asignamos pesos a los diferentes objetivos para lograr un equilibrio adecuado. La vida real está llena de objetivos contradictorios que de alguna manera deben abordarse. En nuestro entorno, los gerentes de operaciones del mundo real deberían poder tomar decisiones que equilibren sus propios intereses en MVSK al formular problemas de optimización adecuados. Nuestro documento proporciona detalles sobre cuál debería ser la solución óptima y cómo se puede coordinar la cadena de suministro.

En segundo lugar, en el escenario del modelo de vendedor de periódicos, mientras que las ganancias de quien toma las decisiones son aleatorias e inciertas debido a la incertidumbre de la demanda, el VP (es decir, la varianza de las ganancias) y el KP (es decir, la curtosis de las ganancias) del vendedor de periódicos se ven afectados por la decisión del vendedor. cantidad de pedido q. Mostramos analíticamente que bajo cualquier distribución de la demanda, el VP del vendedor de periódicos aumenta en q y está limitado entre 0 y $\overline{VP}$; El KP del vendedor de periódicos aumenta en q y está limitado entre 0 y $\overline{KP}$. Si echamos un vistazo a nuestro modelo de optimización MVSK (OP1) propuesto, podemos encontrar la cantidad óptima de pedido q que maximiza el beneficio esperado sujeto a las restricciones de que VP y KP no sean superiores a sus respectivos valores umbral (es decir, VPðqÞ kVP y KPðqÞ vKP). Por lo tanto, las preferencias del vendedor de periódicos sobre VP y KP siempre conducirán a una solución.

En tercer lugar, nuestra formulación MVSK se puede reducir a MVS. La preferencia por asimetría ha sido bien reconocida en la literatura y también se pueden encontrar diferencias conductuales.

Figura A1 La forma de A(q)



evidencia en la toma de decisiones para su sustento. Muchos investigadores en finanzas, economía y gestión La ciencia (por ejemplo, el análisis de decisiones) argumentó que, con distribución asimétrica del rendimiento (o beneficio), la asimetría "no puede descuidarse" (por ejemplo, Briec et al. 2007, Samuelson 1970, Stephens y Proffitt 1991, Zhai et al. 2018). Observe que en el modelo del vendedor de periódicos, SP (q) en general puede ser positivo o negativo para q > 0, lo que implica que la distribución de ganancias del vendedor de periódicos es generalmente sesgados en lugar de simétricos. Mientras que MVS ya representa una mejora en el conocido enfoque MV, hemos optado por analizar el Configuración MVSK más general que incluye el MVS más fácil de entender como un caso especial.

Notas

[1]El umbral de beneficio esperado alcanzable especificado significa que no sea mayor que el beneficio máximo esperado alcanzable para el problema.

[2]Los lectores interesados pueden consultar el Apéndice B para obtener más justificaciones sobre el uso del enfoque MVSK.

[3]Agradecemos sinceramente al editor senior que nos brindó la consejos críticos sobre esta perspectiva.

[4]Obsérvese que en finanzas hay muchos estudios centrados en la selección de la cartera de inversiones mediante la exploración de mayores momentos (ver, por ejemplo, Adler y Kritzman 2007, Johnstone y Lindley 2013, Maclean et al. 2005). Este artículo sigue Esta corriente de estudios y explora el problema del vendedor de periódicos en la gestión de operaciones.

[5]Agradecemos sinceramente a los editores por recordarnos incluir y revisar esta corriente de literatura.

[6]Agradecemos sinceramente a un revisor anónimo por la sugerencia que nos orienta a desarrollar este importante análisis.

[7]Usamos "nulo" para indicar el caso en el que la optimización El problema no tiene solución factible en todo el artículo.

[8]El impacto de la búsqueda de asimetría se obtiene comparando los casos antes y después de eliminar la consideración. de la asimetría del beneficio. Si la cantidad óptima de pedido es mayor en el primer caso, decimos que el impacto de la búsqueda de asimetría sobre la cantidad óptima de pedido es positivo; de lo contrario, el impacto es negativo, es decir, no positivo. De manera similar, el impacto de la aversión a la curtosis se obtiene mediante comparando los casos antes y después de eliminar la consideración de curtosis de la ganancia.

[9]Agradecemos a un revisor y al editor senior comentarios útiles para este problema.

10Pasternack (1985) fue el primero en demostrar que el contrato de recompra (PD: utilizó el término "política de retorno") Puede coordinar la decisión de cantidad en el vendedor de periódicos. cadena de suministro. Cachon y Lariviere (2005) investigaron exhaustivamente el uso del reparto de ingresos para SCC, y demostró que el reparto de ingresos equivale a la recompra en el caso del vendedor de periódicos. En Cachon y Lariviere (2005), la definición del contrato de recompra es un poco diferente, pero es equivalente al nuestro. Ellos afirmaron que con el contrato de recompra, "el proveedor cobra una precio mayorista w por unidad y paga al minorista b por unidad que el minorista rescata. El minorista todavía recoge la v ingresos de salvamento por unidad". Demostraron que bajo tal contrato con b = (1 /)(pv) y w = p(1 /) + /c, el minorista obtiene una fracción / de las ganancias del canal.

11Definimos el pago total de los agentes como la suma de el pago del agente individual i, es decir, P i2fR;Mg Uiðs; hðsÞÞ. Si el pago total se maximiza por (q, h(q)), está claro que (q, h(q)) es óptimo de Pareto porque es imposible mejorar la rentabilidad de un agente sin reducir la del otro la recompensa de uno por otro par de acciones.

12En nuestro modelo, pi; yo 2 fR; Mg, puede ser negativo, cero o positivo. Un pi negativo significa que se realiza un pago adicional al agente i y un pi positivo significa que el agente i da un lado pago al otro agente.

13En nuestro modelo, la regla de reparto proporcional significa que distribuye el beneficio del canal proporcionalmente entre los agentes, pero no necesariamente asigna el pago total (PD: pago 6¼ de ganancia) de los agentes proporcionalmente.

[14]Cabe señalar que la función de pago total de MVSK PAGi Uiðq; hðqÞÞ varía con las ganancias de los agentes individuales funciones que se ven afectadas por la regla de participación en las utilidades. Esto es bastante diferente del caso neutral al riesgo donde el la función de pago total es siempre EPSCðqÞ ¼ ðr cÞq ðr vÞN1ðqÞ (En el caso neutral al riesgo, el el pago del agente es su beneficio esperado), que es independiente de la regla de asignación de beneficios.

15 De hecho, como Gan et al. (2004) afirmaron que "en la literatura, las soluciones de forma cerrada existen sólo en unos pocos especiales casos."

16Para la cadena de suministro de MT, que es un caso especial de nuestra Cadena de suministro de MVSK, Gan et al. (2004) demostraron que una regla de reparto proporcional es óptima de Pareto si y sólo si h ¼ fhR ¼ $\frac{\text{gM; vicepresidente}}{\text{gR;VP þ gM;VP}}$; hM¼ _ $\frac{\text{vicepresidente}}{\text{gR;VP þ gM;VP}}$g, que es independiente mella de la acción externa q.

17Al revisar la literatura, encontramos que el tema específico La forma cerrada h ðqÞ se obtiene sólo cuando los agentes tienen utilidades en forma de función de utilidad exponencial (p. ej., Eliashberg y Winkler 1981, Gan et al. 2004) y algunos funciones especiales de servicios públicos de energía (p. ej., Zhang et al. 2018).

18Para más detalles, remitimos a los lectores a Gan et al. (2004), que exploraron el SCC en una cadena de suministro formada por agentes con funciones de utilidad cóncavas generales. En el ejemplo 5.1 de Gan et al. se ofrece un ejemplo en el que la regla de reparto óptima de Pareto depende de la acción externa elegida. (2004), tras lo cual describieron el procedimiento para calcular los pares de acciones óptimos de Pareto cuando las reglas de reparto óptimas de Pareto no son proporcionales.
19R^ estará vacío si kR;SP [0 o kM;SP [0.

Referencias

Adler, T., M. Kritzman. 2007. Media-varianza versus optimización a gran escala: dentro y fuera de la muestra. J. Gestión de activos. 7(5): 302–311.

Agrawal, V., S. Seshadri. 2000. Impacto de la incertidumbre y la aversión al riesgo en el precio y la cantidad de pedidos en el problema del vendedor de periódicos. Fabricante. Serv. Ópera. Gestionar. 2(4): 410–423.

Almeida, C., R. García. 2017. Implicaciones económicas de los núcleos de fijación de precios no lineales. Ciencias de la gestión. 63(10): 3361–3380.

Anvari, M. 1987. Criterios de optimización y riesgo en modelos de inventario: el caso del problema del vendedor de periódicos. J. Ópera. Res. Soc. 38(7): 625–632.

Arditti, FD 1971. Otra mirada al desempeño de los fondos mutuos. J. Finanzas. Cuant. Anal. 6(3): 909–912.

Briec, W., K. Kerstens, O. Jokung. 2007. Medición del desempeño de la cartera de asimetría de varianza media: una función de escasez general y un enfoque dual. Ciencias de la gestión. 53(1): 135-149.

Cachon, GP, MA Lariviere. 2005. Coordinación de la cadena de suministro con contratos de reparto de ingresos: fortalezas y limitaciones. Ciencias de la gestión. 51(1): 30–44.

Caldentey, R., M. Haugh. 2006. Control óptimo y cobertura de operaciones en presencia de mercados financieros. Matemáticas. Ópera. Res. 31(2): 285–304.

Caldentey, R., MB Haugh. 2009. Contratos de suministro con entidades financieras. cobertura. Ópera. Res. 57(1): 47–65.

Chabi-Yo, F. 2012. Fijación de precios con asimetría estocástica y riesgo de volatilidad. Ciencias de la gestión. 58(3): 624–640.

Chen, F., A. Federgruen. 2000. Análisis de varianza media de modelos básicos de inventario. Documento de trabajo, Universidad de Columbia, nuevo York.

Chen, X., M. Sim, D. Simchi-Levi, P. Sun. 2007. Aversión al riesgo en la gestión de inventarios. Ópera. Res. 55(5): 828–842.

Chen, Y., M. Xu, ZG Zhang. 2009. Un modelo de vendedor de periódicos con aversión al riesgo según el criterio CVaR. Ópera. Res. 57(4): 1040–1044.

Chen, RR, TCE Cheng, TM Choi, Y. Wang. 2016. Avances novedosos en aplicaciones del modelo de vendedor de periódicos. Decide. Ciencia. 47(1): 8–10.

Chiu, WH 2005. Preferencia de asimetría, aversión al riesgo y relaciones de precedencia sobre cambios estocásticos. Ciencias de la gestión. 51(12): 1816–1828.

Chiu, CH, TM Choi. 2010. Decisiones óptimas de fijación de precios y almacenamiento para problemas de vendedores de periódicos con consideración de valor en riesgo. Traducción IEEE. Sistema. Man Cybern.-Parte A: Syst. Tararear. 40(5): 1116-1119.

Chiu, CH, TM Choi. 2016. Análisis de riesgos de la cadena de suministro con modelos de media-varianza: una revisión técnica. Ana. Ópera. Res. 240(2): 489–507.

Chiu, CH, TM Choi, X. Dai, B. Shen, J. Zheng. 2018. Asignación óptima del presupuesto publicitario en mercados de moda de lujo con influencias sociales. Pinchar. Ópera. Gestionar. 27(8): 1611-1629.

Choi, TM 2012. Manual de problemas de vendedores de periódicos: modelos, extensiones y aplicaciones. Springer, Nueva York.

Choi, TM, CH Chiu. 2012. Análisis de riesgos en cadenas de suministro estocásticas: un enfoque de riesgo medio. Springer, Nueva York.

Choi, TM, D. Li, H. Yan. 2008a. Análisis de varianza media para el problema del vendedor de periódicos. Traducción IEEE. Sistema. Man Cybern.-Parte A: Syst. Tararear. 38(5): 1169-1180.

Choi, TM, D. Li, H. Yan. 2008b. Análisis de varianza media de una cadena de suministro de un solo proveedor y minorista bajo una política de devoluciones. EUR. J. Ópera. Res. 184(1): 356–376.

Choi, TM, J. Zhang, TCE Cheng., 2018. Respuesta rápida en cadenas de suministro con minoristas estocásticamente sensibles al riesgo. Decide. Ciencia. 49(5): 932–957.

Choi, TM, X. Wen, X. Sun, SH Chung. 2019. El enfoque de variación media para el análisis de riesgos de la cadena de suministro global con logística aérea en la era de la tecnología blockchain. Transp. Res. Registro E. Transp. Rev. 127 (julio): 178-191.

Chung, KH 1990. Riesgo en modelos de inventario: el caso del problema del vendedor de periódicos: condiciones de optimización. J. Ópera. Res. Soc. 41 (2): 173-176.

Ding, Q., L. Dong, P. Kouvelis. 2007. Sobre la integración de decisiones de producción y cobertura financiera en los mercados globales. Ópera. Res. 55(3): 470–489.

Dittmar, RF 2002. Núcleos de fijación de precios no lineales, preferencia de curtosis y evidencia de la sección transversal de los rendimientos de las acciones. J. Finanzas 57(1): 369–403.

Duan, JC, W. Zhang. 2013. Prima de riesgo de mercado prospectiva. Ciencias de la gestión. 60(2): 521–538.

Ebert, S., D. Wiesen. 2011. Pruebas de prudencia y asimetría buscando. Ciencias de la gestión. 57(7): 1334-1349.

Eeckhoudt, L., C. Gollier, H. Schlesinger. 1995. El vendedor de periódicos reacio al riesgo (y prudente). Ciencias de la gestión. 41(5): 786–794.

Eliashberg, J., RL Winkler. 1981. Compartir riesgos y tomar decisiones en grupo. Ciencias de la gestión. 27(11): 1221-1235.

Gan, X., SP Sethi, H. Yan. 2004. Coordinación de cadenas de suministro con agentes adversos al riesgo. Pinchar. Ópera. Gestionar. 13(2): 135-149.

Gan, X., SP Sethi, H. Yan. 2005. Coordinación de canales con un proveedor neutral al riesgo y un minorista con aversión al riesgo a la baja. Pinchar. Ópera. Gestionar. 14(1): 80–89.

Gaur, V., S. Seshadri. 2005. Cobertura del riesgo de inventario mediante instrumentos de mercado. Fabricante. Serv. Ópera. Gestionar. 7(2): 103–120.

Han, Q., D. Du, LF Zuluaga. 2014. Una extensión adversa al riesgo y la ambigüedad de la fórmula de pedido máximo-mínimo de los vendedores de periódicos. Ópera. Res. 62(3): 535–542.

Hekimoglu, MH, B. Kazaz, S. Webster. 2016. Análisis de vinos: fijación de precios y selección de vinos finos en condiciones de incertidumbre climática y del mercado. Fabricante. Serv. Ópera. Gestionar. 19(2): 202–215.

Johnstone, D., D. Lindley. 2013. Varianza media y utilidad esperada: la paradoja de Borch. Estadística. Ciencia. 28(2): 223–237.

Jondeau, E., M. Rockinger. 2012. Sobre la importancia de la variabilidad temporal en momentos superiores para la asignación de activos. J. Finanzas. Economía. 10(1): 84-123.

Kadan, O., F. Liu. 2014. Evaluación del desempeño en momentos altos y riesgo de desastres. J. Finanzas. Economía. 113(1): 131-155.

Kazaz, B., S. Webster. 2015. Problemas de los vendedores de periódicos en la fijación de precios con oferta incierta y aversión al riesgo. Ópera. Res. 63(4): 807–811.

Kazaz, B., S. Webster, P. Yadav. 2016. Intervenciones para una cadena de suministro de medicamentos contra la malaria a base de artemisinina. Pinchar. Ópera. Gestionar. 25(9): 1576-1600.

Khouja, M. 1999. El problema del período único (vendedor de noticias): revisión de la literatura y sugerencias para investigaciones futuras. Omega 27 (5): 537–553.

Kouvelis, P., R. Li. 2018. Gestión integrada de riesgos para vendedores de periódicos con restricciones de VaR. Documento de trabajo, Olin Business School, Universidad de Washington en St. Louis, St. Luis.

Lai, KK, L. Yu, S. Wang. 2006. Optimización de cartera basada en asimetría de varianza media y curtosis. IEEE Primer Int. Multi-Simp. Computadora. Computación. Ciencia. 2: 292–297.

Lau, HS 1980. El problema del vendedor de periódicos bajo objetivos de optimización alternativos. J. Ópera. Res. Soc. 31(6): 525–535.

Maclean, L., W. Ziemba, Y. Li. 2005. Tiempo para alcanzar los objetivos de riqueza en la acumulación de capital. Cuant. Finanzas 5(4): 343–355.

Makino, S., CM Chan. 2017. Efectos sesgados y de cola pesada sobre el desempeño de las empresas. Estrategia. Administrar. J. 38(8): 1721-1740.

Markowitz, H. 1952. Selección de cartera. J. Finanzas 7(1): 77–91.

Ning, J., MJ Sobel. 2018. Gestión de producción y capacidad con financiación interna. Fabricante. Serv. Ópera. Gestionar. 20(1): 147–160.

Park, JH, B. Kazaz, S. Webster. 2016. Fijación de precios de notas técnicas por debajo del costo bajo riesgo de tipo de cambio. Pinchar. Ópera. Gestionar. 25(1): 153-159.

Park, JH, B. Kazaz, S. Webster. 2017. Mitigación de riesgos de coberturas de producción. Pinchar. Ópera. Gestionar. 26(7): 1299-1314.

Pasternack, BA 1985. Políticas óptimas de fijación de precios y devolución de productos perecederos. Mercado. Ciencia. 4(2): 166–176.

Rubio-Herrero, J., M. Baykal-Gursoy, A. Ja skiewicz. 2015. Un problema de vendedor de periódicos en la fijación de precios según criterios de varianza media. EUR. J. Ópera. Res. 247(2): 575–587.

Samuelson, P. 1958. El teorema de aproximación fundamental del análisis de cartera en términos de varianzas medias y momentos superiores. Rev. Economía. Semental. 25: 65–86.

Samuelson, PA 1970. El teorema de aproximación fundamental del análisis de cartera en términos de medias, varianzas y momentos superiores. Rev. Economía. Semental. 37(4); 537–42.

Savage, LJ 1954. Fundamentos de la estadística. Wiley, Nueva York.

Scott, RC, PA Horvath. 1980. Sobre la dirección de preferencia por momentos de orden superior a la varianza. J. Finanzas 35 (4): 915–919.

Secomandi, N. 2016. Un tutorial sobre algoritmos de control basados en carteras para operaciones comerciales de comercio de energía. J. Comodidad. Marca. 4(1): 1–13.

Secomandi, N., MX Wang. 2012. Un enfoque computacional para la gestión de opciones reales de contratos de red para capacidad de transporte de gasoductos. Fabricante. Serv. Ópera. Gestionar. 14 (3): 441–454.

Stephens, A., D. Proffitt. 1991. Medición del desempeño cuando las distribuciones de retorno no son simétricas. Autobús QJ. Economía. 30(4): 23–41.

Tekin, M., S. Ozekici. 2015. Modelo de vendedor de periódicos de varianza media con oferta aleatoria y cobertura financiera. IIE Trans. 47(9): 910–928.

Theodossiou, P., CS Savva. 2016. La asimetría y la relación entre riesgo y retorno. Ciencias de la gestión. 62(6): 1598-1609.

Tsay, AA 2002. Sensibilidad al riesgo en las asociaciones de canales de distribución: implicaciones para las políticas de devolución del fabricante. J. Comercio minorista. 78(2): 147–160.

Von Neumann, J., O, Morgenstern. 1953. Teoría de los juegos y el comportamiento económico, 3ª ed. Princeton University Press, Princeton, Nueva Jersey.

Wuttke, DA, K. Donohue, E. Siemsen. 2018. Iniciar proyectos de desarrollo de nuevos productos de proveedores: una investigación del comportamiento. Pinchar. Ópera. Gestionar. 27(1): 80–99.

Zhai, J., M. Bai, H. Wu. 2018. Modelos de asimetría de riesgo medio para la optimización de carteras basados en medidas inciertas. Optimización 67 (5): 701–714.

Zhang, J., SC Fang, Y. Xu. 2018. Centralización de inventario con vendedores de periódicos reacios al riesgo. Ana. Ópera. Res. 268(1–2): 215–237.