

**LA DISTRIBUCIÓN DEL INGRESO CON EL USO DEL CONTRATO DE REBATES EN
UNA CADENA DE ABASTECIMIENTO MULTI ESLABÓN DE PEQUEÑOS
PRODUCTORES FRUTÍCOLAS**

ESTEFANIA TORO MORALES

ESTEBAN GARZÓN SÁNCHEZ

**Universidad del Valle – Sede Zarzal
Escuela de Ingeniería Industrial y Estadística
Ingeniería Industrial
2019**



**LA DISTRIBUCIÓN DEL INGRESO CON EL USO DEL CONTRATO DE REBATES EN
UNA CADENA DE ABASTECIMIENTO MULTI ESLABÓN DE PEQUEÑOS
PRODUCTORES FRUTÍCOLAS**

ESTEFANIA TORO MORALES

ESTEBAN GARZÓN SÁNCHEZ

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de

INGENIERÍA INDUSTRIAL

Director:

PhD. Diego León Peña Orozco

**Universidad del Valle – Sede Zarzal
Escuela de Ingeniería Industrial y Estadística
Ingeniería Industrial
2019**



DEDICATORIA

A Damaris y Margarita.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	8
1.1. GENERALIDADES DEL PROYECTO	9
1.1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
1.1.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	13
1.2 OBJETIVOS	13
1.2.1 OBJETIVO GENERAL	13
1.2.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS	13
1.3 ANTECEDENTES	14
1.3.1 Generalidades de Cadenas de abastecimiento	14
1.3.2 Cadenas de abastecimiento frutícolas	14
1.3.3 Toma de decisiones	14
1.3.4 Cadenas centralizadas y descentralizadas.....	14
1.3.5 Integración de la cadena	15
1.3.7 Contratos de suministro	16
1.3.8 Contratos de rebates.....	17
1.3.9 Problema del vendedor de periódicos en el contrato de rebates	17
1.3.10 Teoría de Juegos	18
2. DESARROLLO DE LOS OBJETIVOS.....	20
2.1 Caracterización de variables y parámetros del modelo de contrato de rebates de la cadena de abastecimiento frutícola.	20
2.2 Modelo de contrato de rebates	23
2.2.1 Notación.....	23
2.2.2. Metodología	24
2.2.2 Modelamiento del escenario centralizado.....	25
2.2.3 Modelamiento del escenario descentralizado.....	26
2.2.4 Modelamiento del contrato de rebate	27
2.3 Validación del modelo.....	29
2.3.1 Solución del contrato.....	29
2.3.2 Aplicación de la propuesta	29
2.4 Análisis de sensibilidad.....	32
2.4.1 Variando el Precio.....	32
2.4.2 Variando el Valor de salvamento.....	33
2.4.3 Variando el reembolso del canal	34
3. CONCLUSIONES	36

4. TRABAJOS FUTUROS.....	37
5. BIBLIOGRAFÍA.....	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Notación matemática del modelo propuesto.....	23
Tabla 2 Parámetros del modelo	29
Tabla 3. Comparación de escenarios de la cadena de abastecimiento.	30
Tabla 4 Ingreso con o sin valor de Shapley.....	31
Tabla 5 Distribución del ingreso por eslabones de la cadena de abastecimiento	32
Tabla 6. Efecto de las variaciones de p en la utilidad y el ingreso.	32
Tabla 7. Efecto de las variaciones de salvamento en la utilidad y el ingreso.	33
Tabla 8. Efecto de las variaciones del reembolso del canal en la utilidad y el ingreso.....	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Relación entre eslabones de la cadena de abastecimiento.	12
Figura 2. Flujos de la cadena de abastecimiento frutícola.....	21
Figura 3. Metodología del modelo de contrato de Rebates.	25
Figura 4. Toma de decisiones a lo largo de la cadena de abastecimiento.....	26
Figura 5. Flujos de la cadena de abastecimiento con el contrato de rebate	28
Figura 6. Ingreso CS rebate vs ingreso CS descentralizada - Δ Ingreso	30
Figura 7 Ingreso con o sin el valor de Shapley.....	31
Figura 8. Precio Vs Utilidad e Ingresos de la cadena de abastecimiento.....	33
Figura 9. Valor de salvamento Vs Utilidad e Ingresos de la CA.....	34
Figura 10. Reembolso del canal Vs Utilidad e Ingresos de la CA.....	35

1. INTRODUCCIÓN

Los pequeños productores frutícolas colombianos tienen dificultades en la comercialización de sus productos señaladas por Santa Coloma (2011) quien plantea algunos riesgos relacionados con la fluctuación de precios de insumos y de productos finales y altos costos de transacción y transporte, debido a los bajos niveles de oferta del pequeño productor.

Los contratos de suministro son mecanismos para regular la relación entre los socios que integran la cadena de abastecimiento, y es aplicable a cadenas descentralizadas cuyas características se ajustan a las cadenas frutícolas. Los contratos establecen las condiciones en las cuales se relacionan comercialmente los integrantes de una cadena de modo tal que todas las partes obtengan mejores beneficios de manera individual y se mejore el desempeño total de la cadena, dentro de un escenario gana-gana. Los modelos de contratos de suministro y en este caso particular el contrato de rebates, definen como parámetros críticos dentro de su diseño, el precio y la cantidad. Sin embargo, su enfoque está orientado a mejorar el desempeño financiero en términos de utilidad global de la cadena de abastecimiento.

En esta investigación se trata de vincular el mejoramiento de la utilidad global con el mejoramiento de los ingresos en los eslabones de la cadena, en particular para el eslabón productor. Se estudia el equilibrio en las relaciones de dominancia y asimétrica entre los eslabones de la cadena, en un escenario actual que se identifica como descentralizado no coordinado, en un escenario descentralizado coordinado y por último se utiliza el valor de Shapley como estrategia complementaria de análisis en el segundo escenario estudiado. En este documento se propone un modelo de contrato de rebates para evaluar su desempeño como mecanismo de coordinación en una cadena de abastecimiento frutícola multi eslabón. Se determina la distribución en el nivel de ingreso entre los socios de la cadena considerando sus características particulares y finalmente se hace un análisis de sensibilidad que permite identificar variables de mayor impacto en el modelo y la conveniencia del uso de este tipo de contrato en la cadena objeto de estudio.

1.1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según el instituto Humboldt en la evaluación del estado de biodiversidad de Colombia del 2019, la diversidad de características geográficas, climáticas y biológicas, que moldean los diferentes ecosistemas en el país, la riqueza cultural, su ubicación ecuatorial y la interacción entre estos factores hacen de Colombia un territorio con la potencialidad de producir gran variedad de especies vegetales durante todo el año, entre ellas frutas y verduras, tanto para el consumo interno como para el externo.

El sector agrícola en Colombia según Álvarez (2011) tiene una participación dentro del Producto interno bruto (PIB) nacional de 7%. “El sector frutícola en Colombia viene exhibiendo una importante dinámica de crecimiento en los últimos años (3.8% frente a 1.3% del total agrícola sin café). De 4.0 millones de hectáreas cultivadas en Colombia en el 2004, el 5.8% estuvo representado por cultivos frutales que produjeron 4.0 millones de toneladas. En términos de área cultivada se destacan entre otros los cítricos (57000 has) (Fruitcol S.A.S 2013; Adicionalmente ASOHOFRUCOL 2017, en su reporte anual de hortifruticultura informa que el consumo en Colombia de frutas se estima en 248 gramos comparado con la recomendación de la FAO de una ingesta diaria mínima de productos hortofrutícolas de 400 gramos, debido a una baja cultura nutricional de la población. Además, el sector presenta factores como la baja producción de frutas en el país, las altas pérdidas pos cosecha causadas por deficiencias en infraestructura de almacenamiento, cadena de frío y transporte, el bajo poder adquisitivo de gran parte de la población y el atraso tecnológico.

El sector frutícola presenta algunas características que han sido mencionadas por autores como Castañeda et al., (2012) quienes afirman que en el eslabón de los productores se pueden establecer diferencias notorias en producción y nivel de tecnificación. Para el año 1984 el 92.4% de las explotaciones frutícolas estaban en manos de fruticultores pequeños con grandes restricciones del uso de la tecnología disponible. Solo el 5.3% de estos productores contaban con algún uso de tecnología en sus cultivos y solamente el 2.3% eran productores o empresarios con cultivos tecnificados (Garavito et al., 2009). El estado actual de la fruticultura Colombiana, si bien muestra grandes esfuerzos de organización y proyección hacia los mercados internacionales, aún carece de procesos de planificación a largo plazo, de organización gremial que jalone su desarrollo, sigue presentando poca especialización y una alta dispersión de las zonas productoras, que ameritan un trabajo continuo de las cadenas existentes, un trabajo arduo de especialización de las regiones y un mejoramiento de la eficiencia productiva de los cultivos frutícolas en general, afirma (Miranda, 2011).

De igual forma en la literatura consultada, se hace evidente que entre los pequeños productores frutícolas existen dificultades en la comercialización de sus productos que han sido señaladas por autores como (Santacoloma, 2011), quienes afirman que existen riesgos asociados a la comercialización relacionados con la fluctuación de precios de los insumos y de alimentos, así como altos costos de transacción y transporte, producto de los bajos niveles de oferta como resultado del poco volumen de producción. Se evidencia que la falta de capital es un elemento que afecta el desarrollo de las capacidades de comercialización en términos

de la oferta de productos, como se puede observar en (Piñeiro & Díaz, 2007) quienes diferencian dos tipos de productores: aquellos que cuenta con recursos de capital propio para financiar el cultivo que es el menos común y los productores con severas restricciones de capital para el desarrollo del cultivo que infortunadamente es el más frecuente.

El consumo de frutas es condicionado por factores como el precio que, aunque no es el único es un factor muy importante para aumentar su consumo. La elasticidad precio en la demanda (EPD) de frutas y verduras, es un indicador que muestra el cambio en las cantidades demandadas, frente a la variación del precio. Si este indicador está por encima de uno, quiere decir que un cambio en el precio tiene un efecto grande o importante en la cantidad demandada, si esto fuera así para el caso de frutas, alternativas tendientes a la reducción del precio sería una gran oportunidad en las campañas para el aumento de su consumo.

Para Colombia, según el perfil nacional de consumo de frutas y verduras del 2013 con Acosta y Moreno (1993), las frutas varían su comportamiento frente a la elasticidad en el mercado de acuerdo al nivel de ingreso de la población, sin embargo, a nivel general se consideran bienes elásticos, con un EPD promedio que se ubica alrededor de 1,3. Para la población de bajos ingresos se estimó un EPD de 1,8 y en la población de ingresos más altos llegaba a 0,6, con un comportamiento más cercano a los resultados de países industrializados como Estados Unidos. Teniendo en cuenta lo anterior, se podría pensar que en Colombia una reducción en los precios de las frutas, impactaría de forma positiva su demanda, sobre todo en los sectores más vulnerables de la población dada la elasticidad del precio. La demanda se entiende como una distribución uniforme continua; es decir que contiene una variable aleatoria continua en la que sus intervalos son igualmente probables en la distribución con un dominio definido por dos parámetros (Vidal C. 2010)

Al considerar las relaciones de comercialización de los pequeños productores con sus clientes, se observan adicionalmente dificultades en términos del cumplimiento de los requerimientos establecidos por el eslabón consumidor de la cadena. En este sentido Silva, Baker, & Shepherd, (2013) definen la agroindustria como un consumidor intermedio o final de productos agrícolas señalando que la fruta es uno de los productos fundamentales para la actividad agroindustrial de los países en desarrollo. Por otra parte, los minoristas son otro eslabón consumidor en la cadena que, de acuerdo con Castañeda et al., (2012) son aquellos que venden sus productos en pequeñas cantidades y se clasifican según el canal por el cual realicen sus transacciones, como lo son el canal tradicional donde se encuentran las plazas de mercado, las tiendas de barrio, los autoservicios, superetes y tiendas especializadas y, el canal moderno donde están las cadenas de supermercados. (Superintendencia de industria y comercio, 2011).

Las pequeñas empresas o cooperativas de agricultores generalmente no cuentan con una agricultura dirigida, es decir, no hay una coordinación entre la producción y su destino final, además los cultivos a corto plazo, tienen un escaso procesamiento y cuentan con pocos insumos para los agricultores que las producen, dificultando aún más sus actividades. Por esto los contratos de suministros son mecanismos que permiten establecer relaciones comerciales más equilibradas (Geng et al, 2011) en el que el productor produce y luego lo

vende a los consumidores a través del detallista mediante un contrato de consignación. El contrato de consignación con el reparto de ingresos adoptado por las empresas en la cadena de abastecimiento es el resultado de un proceso de negociación. El productor y el detallista acuerdan negociar para hacer un contrato, y ambas firmas aceptan las ganancias del canal dictadas por el proceso de negociación, que está sujeto a la racionalidad individual.

Los contratos de suministro son el medio para regular la relación entre los diferentes socios que integran la cadena de abastecimiento (Hou et al., 2009). En los contratos quedarán establecidas las condiciones de modo tal que todas las partes reciban beneficios, esto es, se pretende con ello conseguir un modelo gana-gana; sin embargo, esto no siempre es así, y el comportamiento de los socios debe ser examinado para lograr el cumplimiento de lo acordado.

Según Ramdas y Spekman (2000) la coordinación de la cadena de abastecimiento se plantea no sólo como una estrategia para alcanzar resultados globalmente más eficientes, sino como una necesidad actual de las empresas para garantizar su continuidad además, comentan que la falta de coordinación puede resultar en un desempeño inadecuado de la cadena de abastecimiento. Entre las consecuencias de la falta de coordinación se puede encontrar: pronósticos inexactos, baja utilización de la capacidad, inventario excesivo, servicio al cliente inadecuado, baja rotación de inventario, altos costos de inventario, mala calidad.

La coordinación permite definir cómo debe ser el flujo de información, material y financiero entre las empresas que forman parte de la cadena de abastecimiento. Este pilar está formado por los siguientes bloques:

1. Uso de información y de las tecnologías de comunicación,
2. Orientación al proceso,
3. Planificación avanzada.

La coordinación consigue sinergias, esto es, los resultados globales son superiores a los derivados de la acción de los eslabones de forma independiente, y por tanto es esencial coordinar de manera efectiva la cadena (Hou et al., 2009). El uso de las tecnologías de la información permite el intercambio de grandes volúmenes de datos actualizados de manera fiable y rápida. Compartir información en tiempo real de las ventas, niveles de inventario, previsión de la demanda y pedidos, reduce los tiempos de entrega y la variabilidad provocada en los pedidos dentro de la cadena. La industria del software ha aprovechado esta oportunidad para proporcionar mejoras a sus productos ERP, incorporando funcionalidades o módulos que permiten planificar la cadena a diferentes niveles, son los conocidos APS (Advanced Planning Systems).

En la industria se encuentran muchos tipos de contrato, como lo son: Contrato “solo precio” (price-only), Contrato de descuento sobre cantidades (quantity discount), Contrato con políticas de retorno (buyback), Contrato flexible en cantidades (quantity flexibility), Contrato de ingresos compartidos (revenue sharing), Contrato de franquicia (franchise), Contrato con opciones (option) y Contrato con canal de reembolso (sales rebate) entre otros (Guo, Shu & Shen, Bin & Choi, Tsan-Ming & Jung, Sojin. 2017). Este último, provee dos beneficios principales: primero, los descuentos pueden aumentar la demanda del producto mientras se

mantienen las expectativas de precios futuros para los consumidores; los clientes pueden ahorrar el costo de compra y beneficiarse del reembolso del fabricante o minorista con un descuento temporal por unidad, lo que permite a la tienda mantener el producto a su precio actual. Esta estrategia se presenta puesto que los integrantes de la cadena de abastecimiento frutícola toman decisiones con el propósito de cumplir sus objetivos individuales, incluso si éstas generan efectos negativos en los demás miembros de la cadena en este caso los productores, como también en su desempeño global (Lambert y Cooper 2000).

Para Colombia en el plan de desarrollo 2018-2022 el Ministerio de Agricultura, con el apoyo de la UPRA y Agrosavia, impulsará el desarrollo de procesos de planificación agropecuaria integrales, que articulen las zonificaciones de aptitud del uso del suelo con oferta tecnológica, para la consolidación de cadenas de valor agroindustriales que integren pequeños (entre ellos, los de la Agricultura Campesina, Familiar, y Comunitaria ACFC), medianos y grandes productores. El desarrollo de dichas cadenas buscará garantizar la seguridad alimentaria, el abastecimiento y suministro de alimentos y productos a la demanda del mercado nacional e internacional, así como el desarrollo de una agricultura climáticamente inteligente. Entendiendo así el contrato de rebate como una de las estrategias o herramientas para impulsar el desarrollo que mencionan.

En la cadena de abastecimiento de tres eslabones objeto de estudio, las relaciones de comercialización entre los miembros de la cadena se establecen como se presentan en la figura 1. El productor puede comercializar con el intermediario y este posteriormente con el detallista. Por otra parte, el productor podría vender directamente al detallista, donde se puede esperar un mejor precio de compra.

Figura 1. Relación entre eslabones de la cadena de abastecimiento.



Fuente: Elaboración propia

El desconocimiento de los costos de producción en el sector agropecuario colombiano ha establecido que el intermediario sea un eslabón dominante en la relación de comercialización frente al productor definiendo las condiciones de precio de compra del producto. Es importante aclarar que el costo de producción y comercialización son distintos por tratarse de actividades diferentes y complementarias dentro de la cadena productiva. La actividad de producción agropecuaria de alimentos hoy cuenta con la opción de acceder a programas contables especializados, con los que se elabora el presupuesto y luego se puede vigilar su ejecución. El presupuesto debe incluir: Participación tributaria, gastos financieros, costos por mano de obra, amortización diferida de activos, seguros de cosecha, asistencia técnica, manejo de inventarios, valor de los insumos, y todos los costos y gastos que genera esta actividad. (Ramiro H. Perea Ocampo, 2007)

Los modelos de contrato de suministro y para este caso el contrato de rebates, define como parámetros críticos dentro de su diseño, el precio y la cantidad. Sin embargo, su enfoque está orientado a mejorar el desempeño financiero en términos de utilidad global de la cadena de abastecimiento. En este sentido esta investigación trata de vincular el resultado de la utilidad global con los ingresos de los eslabones de la cadena, en particular con el eslabón productor. Se prevé que, al mejorar el desempeño de las utilidades financieras de toda la cadena, se debe lograr un mejor equilibrio en las relaciones de dominancia y asimétrica entre los eslabones, que se presentan en la actualidad. El otro aspecto de interés como se menciona anteriormente, está relacionado con traducir el desempeño de la cadena en términos de ingresos, bajo el entendido que tanto los costos como los ingresos definen la utilidad, lo que los hace parámetros vinculantes.

Delgado en el 2014 define la aversión al riesgo se define como la actuación en términos de juegos; en donde el usuario, eslabón o empresa tiende a evitar situaciones de riesgo, aunque el beneficio que puedan suponer sea mayor que las pérdidas, incluso a largo plazo. Es decir que independientemente de la ganancia que puede duplicar sus ingresos la aversión al riesgo impide arriesgarse puesto que perder no es una opción válida, para el caso particular se establece como supuesto que los eslabones de la cadena de abastecimiento son neutrales al riesgo.

1.1.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Los contratos de rebates como mecanismo de coordinación en la cadena de abastecimiento permiten mejorar los ingresos en el eslabón del pequeño productor?

¿Cuáles son las condiciones bajo las cuales el contrato de rebates como mecanismo de coordinación a lo largo de la cadena de abastecimiento frutícola, permiten mejorar los ingresos para el eslabón del pequeño productor?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer un contrato de rebates como mecanismo de coordinación de una cadena de abastecimiento frutícola multi eslabón que permita determinar la distribución en el nivel de ingreso entre los socios de la cadena.

1.2.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS

1. Caracterizar las variables y parámetros que intervienen en el modelo de contrato de rebates de las cadenas de abastecimiento de pequeños productores frutícolas mediante técnicas de recolección de información y revisión documental.
2. Determinar un modelo de contrato de rebates considerando las características del mismo y las condiciones de la cadena de abastecimiento.
3. Validar el modelo en un caso de estudio que permita apreciar el estado actual con y sin contrato de rebates.

4. Realizar un análisis de sensibilidad que permita identificar variables de mayor impacto en el modelo.

1.3 ANTECEDENTES

En esta sección se realiza una caracterización enfocada en aspectos como: generalidades de Cadena de abastecimiento, Cadenas de abastecimiento agrícolas, Toma de decisiones, Cadenas centralizadas y descentralizadas, Integración de la cadena, Mecanismos de integración, Contratos de suministro, Contratos de rebates. Además, se trata de ejemplificar el uso de los contratos de rebates con sus respectivos resultados.

1.3.1 Generalidades de Cadenas de abastecimiento

Las cadenas de abastecimiento son bastante amplias; para Chase, Jacobs, & Aquilano (2009) una cadena de abastecimiento está formada por todas aquellas partes involucradas de manera directa o indirecta en la satisfacción de una solicitud de un cliente. La cadena de abastecimiento incluye no solamente al fabricante y al proveedor, sino también a los transportistas, almacenistas, vendedores al detalle (o menudeo) e incluso a los mismos clientes. La cadena de abastecimiento es dinámica e implica un flujo constante de información, productos y fondos entre las diferentes etapas.

1.3.2 Cadenas de abastecimiento frutícolas

Heizer & Render (2009) define la cadena de abastecimiento frutícola como el conjunto de eslabones conformado por proveedores, productores, comercializadores mayoristas, comercializadores minoristas y consumidor final; involucrados todos estos en la satisfacción de la demanda interna y externa de frutas.

1.3.3 Toma de decisiones

Haehling von Lanzénauer & Pilz-Glombik, en el 2002 definen la estructura de toma de decisiones puede ser de manera descentralizada donde cada actor de la cadena toma sus decisiones independientemente sin considerar las relaciones con los otros miembros de la cadena, o de forma centralizada, donde las decisiones son tomadas desde un eslabón central dentro de la cadena que ejerce un rol dominante. Además, las estructuras de las cadenas de abastecimiento se pueden clasificar según el manejo que se da a la información, si es centralizada el éxito de esta estructura se fundamenta en la veracidad de los datos que realmente presenten el panorama de la cadena para que las decisiones impacten positivamente a todos los actores presentes en ella.

1.3.4 Cadenas centralizadas y descentralizadas

La estructura centralizada puede teóricamente optimizar el rendimiento de la cadena, su aplicación requiere un alto grado de intercambio de información entre los socios de la cadena de abastecimiento, lo que se dificulta cuando se trata de organizaciones independientes y autónomas (Jia et al 2016). Las cadenas centralizadas buscan que las decisiones optimicen el rendimiento de la cadena, las cuales se fundamentan en la información que suministra cada uno de los miembros de la cadena. La información se comparte con el fin de reducir la

incertidumbre entre los actores de la cadena actuando de manera coordinada; esta estructura permite eliminar el efecto látigo gracias al manejo unificado de la información generalmente centralizada en un eslabón (Alcalde et al., 2008), además se reducen los niveles de inventario y los costos de mantenimiento del mismo y lo más importante, se logra incrementar el servicio al cliente gracias a que al tener información en tiempo real se puede responder de manera más rápida a los cambios de la demanda (Cannella et al 2010). Este tipo de estructura frecuentemente se presenta en modelos organizacionales integrados verticalmente, debido a la complejidad que requiere establecer relaciones de colaboración entre los actores de la cadena que no están centralizados. En todo caso en las cadenas centralizadas se logra maximizar la rentabilidad de cada eslabón y esto requiere estrategias de gobernabilidad que permitan el adecuado funcionamiento de las organizaciones dentro de la cadena.

En las cadenas descentralizadas cada organización actúa como una entidad independiente y económicamente separada y el líder de cada organización es el encargado de tomar las decisiones operacionales (Meixell & Gargeya, 2005), en donde las decisiones están orientadas a maximizar los objetivos locales o individuales. En este sentido, las decisiones respecto a los niveles de inventario se toman apoyándose en información propia sin tener en cuenta el estado de los inventarios de los otros miembros de la cadena, la única información que se intercambia en este tipo de cadena es la orden del pedido (Cannella et al., 2010). Este tipo de cadena es considerada por algunos autores más realista que las centralizadas. Una de las claves en la gestión de la cadena de abastecimiento descentralizada es la coordinación de las decisiones de planificación de la cadena entre sus miembros.

Ramdas y Spekman (2000) comentan que la falta de integración puede resultar en un desempeño inadecuado de la cadena de abastecimiento. Entre las consecuencias de la falta de integración se puede encontrar: pronósticos inexactos, baja utilización de la capacidad, inventario excesivo, servicio al cliente inadecuado, baja rotación de inventario, altos costos de inventario, mala calidad, y precario servicio al cliente.

1.3.5 Integración de la cadena

La integración es un concepto interdisciplinario, que según Pawlewski (2015) se hace presente en diversos sistemas y es aplicado en numerosos campos de investigación, como la teoría organizacional, ciencias de gestión, psicología, informática y teoría de juegos. Partiendo de una consideración multidisciplinar, el autor menciona que la coordinación es un trabajo conjunto entre sujetos, que (1) está dirigida a lograr objetivos mutuos, (2) consiste en sistematizar, ordenar y coordinar procesos y varios componentes del sistema, (3) procede en un período de tiempo establecido y (4) afecta el comportamiento de los sujetos cooperantes. Hou et al., (2009) plantea que la integración de la cadena de abastecimiento permite definir cómo debe ser el flujo de información, material y financiero entre las empresas que forman parte de la cadena de abastecimiento. Está formado por los siguientes mecanismos:

1. Uso de información y de las tecnologías de comunicación,
2. Orientación al proceso
3. Planificación avanzada.

La integración consigue sinergia, esto es, los resultados globales son superiores a los derivados de la acción de los elementos individuales de forma independiente, y por tanto es esencial coordinar de manera efectiva la cadena (Hou et al., 2009). El uso de las tecnologías permite el intercambio de grandes volúmenes de información actualizada de manera fiable y

rápida. Arshinder y Deshmukh (2008) afirman que la coordinación se da a través de diferentes funciones e interfaces de la cadena de abastecimiento tales como logística, gestión de inventario, previsión, transporte, entre otras.

1.3.7 Contratos de suministro

- Contrato de cantidad flexible: combina el compromiso del minorista de comprar no menos de un cierto porcentaje por debajo del pronóstico (un acuerdo de compra mínimo) con la garantía del productor para entregar hasta un cierto porcentaje por encima. También hay un único precio de adquisición o "transferencia" que se cobrará por unidad de producto entregado (Tsay, 1999). A medida que transcurre el tiempo, el comprador puede aumentar las cantidades de pedido para períodos futuros basándose en la información actualizada de la previsión de la demanda y el estado del inventario. (Lian y Deshmukh, 2009).
- Contrato de descuento por cantidad: el contrato especifica la disminución del precio al por mayor a medida que la cantidad de pedido aumenta. Se ha demostrado que los descuentos por cantidad pueden conciliar los conflictos de beneficios dentro de la cadena de abastecimiento en la toma de decisiones sobre el nivel de inventario (Huang et al., 2009). Es un contrato muy utilizado en la práctica y ha demostrado ser capaz de coordinar la cadena de abastecimiento de diferentes características.
- Contrato de ingresos compartidos: supóngase una cadena de abastecimiento conformada por dos eslabones en la cual el eslabón 2 es el productor y el eslabón 1 es el minorista; bajo este contrato, el productor ofrece un precio preferencial al minorista y este último, retribuye un porcentaje de sus ingresos al productor, de esta manera, el riesgo es distribuido entre los dos eslabones y se genera un incentivo para realizar tal contrato. El precio al por mayor y el coeficiente de distribución de ingresos son las variables del problema (Orozco et al 2019).
- Contrato de precio mayorista: (WPC, del inglés wholesale price contract), el fabricante establece un precio de venta de acuerdo a la cantidad de pedido del minorista. Aunque el WPC se utiliza en muchas cadenas de abastecimiento debido a su simplicidad, no puede coordinar la cadena de abastecimiento ya que resulta en un problema de doble marginación (Sluis y De Giovanni, 2016).
- Contrato de recompra: o retornos significa que el "vendedor" comprará el producto del "comprador" con a un precio de salvamento (que puede ser parcial o total). Esta recompra puede ocurrir durante el final de la temporada (por sobras) o en cualquier momento (por ejemplo, el consumidor regresa bajo el esquema de garantía de devolución de dinero) (Guo, Shen, Choi & Jung, 2017).
- Contrato de reembolso de ventas: un reembolso es un pago de un fabricante a un minorista basado en las ventas minoristas a los consumidores finales (Taylor, 2002). El contrato de reembolso de ventas es un contrato de la familia de contratos de recompra y retornos, sin embargo, este contrato es más eficiente que un descuento por cantidad de pedidos ya que proporciona un incentivo directo para que los minoristas aumenten las ventas (Wong, Qi, & Leung, 2009).

1.3.8 Contratos de rebates

En particular el contrato Sales Rebate (reembolso de ventas), es un tipo de contrato que busca compensar al minorista por parte del proveedor, basado en las ventas de este al cliente final. Los canales de reembolso (sales rebate) son muy usados en las industrias del hardware, software y la automovilística. Tanto los fabricantes como los minoristas de las industrias de computadoras, identifican el canal de reembolso como una poderosa política (Roberts, 1998). En la industria automovilística, el canal de reembolso está determinado por los incentivos al minorista. (Edmunds, 1999) reporta que, en febrero de 1999, trece marcas de automóviles, incluyendo Chrysler, Ford, General Motors, Mezcla y Toyota, ofrecieron incentivos a los comerciantes. En ese tiempo, 188 modelos tenían incentivos comerciales y la rebaja media fue de 1.000 \$.

Actualmente, y más aún frente a los efectos de la crisis económica global, los reembolsos se hacen cada vez más frecuentes y en cualquier momento del ciclo de vida del producto. Los canales de reembolso son muy comunes en la industria del software. Aunque la literatura que aborda el tema de las rebajas apunta que estas son más frecuentes en las industrias de hardware y automovilística, actualmente no tiene límite en cuanto sector industrial ni a territorios porque además se gestionan y promocionan vía Internet (Taylor, 2002).

El canal de reembolso puede tomar dos formas básicas: Reembolso lineal, en el cual el reembolso se paga por unidad vendida, y reembolso sobre objetivo, en el cual el reembolso se hace por cada unidad vendida por encima del objetivo (Taylor, 2002; Wang & Webster, 2009). Para otorgar el reembolso se le exige al minorista que proporcione la evidencia de las ventas al cliente final, así las ventas minoristas serán observadas y controladas por el fabricante (auditoría del proceso).

El reembolso es diferente de una reducción del precio al por mayor, en los que la reducción del precio causada por el reembolso solamente se ejecuta si el ítem se vende al cliente final. Por ejemplo, en la industria del hardware y del software, donde, como ya ha sido señalado, los contratos con reembolso son muy populares, los ciclos de vida de los productos son muy cortos y con una alta variabilidad de la demanda. Así, a menudo hay discordancia entre la cantidad pedida y la vendida al usuario final. Si existe la posibilidad de que el minorista pida más unidades de las que venderá, entonces el canal de reembolso es distinto de un descuento por cantidades. En otros contextos, los reembolsos se ofrecen con un límite de tiempo. Para productos con largos ciclos de vida, la restricción del tiempo tiende a crear la distinción entre la reducción de precio al por mayor y el canal de reembolso. Cuando la demanda no está influenciada por los esfuerzos de las ventas, un objetivo de reembolso apropiadamente diseñado consigue la coordinación y la relación gana-gana.

1.3.9 Problema del vendedor de periódicos en el contrato de rebates

Después de explicar el funcionamiento del contrato de rebates es necesario plantear el problema del vendedor de periódicos ya que este es el modelo base a la mayoría de este tipo de contratos.

Este problema es un modelo de control de inventarios de periodo único donde la entidad enfrenta el problema de un vendedor de periódicos: debe determinar la cantidad a producir o comprar antes del momento de hacerse efectiva la venta, no puede realizar reabastecimiento una vez seleccionada la cantidad a ordenar Q , cada unidad faltante es penalizada con un

costo de oportunidad y cada unidad excedente puede ser vendida a un valor de salvamento, además, la demanda es aleatoria. (Orozco, 2019)

El problema del vendedor de periódicos es de un sólo período debido a que los periódicos que no se logran vender en un día no se pueden vender al día siguiente al mismo valor del día anterior y por tanto cada exceso de inventario (tamaño de pedido superior a la demanda) tiene un costo monetario correspondiente.

En el mismo contexto, realizar un pedido insuficiente para enfrentar la demanda tiene un costo de oportunidad, que en el mejor de los casos se puede estimar como el margen no logrado por quiebre de stock, pero que en la práctica puede incluso provocar la pérdida de un cliente. (Taylor, 2002) Define como el canal integrado se enfrenta a un problema del vendedor de periódicos donde su beneficio esperado es:

$$\pi(Q) = -cQ + pE\min(Q, \xi) + sE(Q - \xi)^+ \quad (1)$$

Por otro lado, se define la cantidad óptima de pedido para el canal como:

$$\underline{Q}_0 = \Phi^{-1}((p - c)/(p - s)) \quad (2)$$

Y la ganancia resultante para el canal integrado es:

$$\pi = (p - s)\Gamma(\underline{Q}_0) \quad (3)$$

¹Cuando:

$$\Gamma(Q) = \int_0^Q \xi d\Phi(\xi) \quad (4)$$

1.3.10 Teoría de Juegos

Es el área de las matemáticas encargada de estudiar los conflictos y la cooperación entre agentes. El estudio de la teoría de juegos provee técnicas matemáticas para analizar situaciones en las cuales, el comportamiento de uno o más de los agentes, repercute en el estado de otros agentes, estos agentes pueden ser individuos, grupos o corporaciones (Turocy & Von Stengel, 2001; Myerson, 2013), Si bien ha sido estudiada principalmente por las ciencias sociales también sirve como herramienta al momento de analizar escenarios descentralizados con temáticas específicas como los juegos simultáneos y secuenciales que a su vez se clasifican en Juego simultáneo de fijación de cantidades (Modelo de Cournot), Juego simultáneo de fijación de precios (Modelo de Bertrand), Juego secuencial de fijación de cantidades (liderazgo de cantidades o modelo de Stackelberg), Juego secuencial de fijación de precios (liderazgo de precios)

1.3.10.1 Modelo de Stackelberg

Stackelberg (1934) propone un modelo secuencial de duopolio en el cual intervienen un líder y un seguidor, en el cual se presenta en un escenario dinámico (o secuencial). La variable estratégica son las cantidades.

¹ Se asume la misma notación matemática en todos los modelos de la presente investigación. Ver Tabla 1

Como lo describe Gibbons (1992), la secuencia de tiempo en la cual ocurre el juego es la siguiente: (1) la empresa 1 elige la cantidad $q_1 \geq 0$, (2) la empresa 2 observa el movimiento anterior y determina la cantidad $q_2 \geq 0$

La función de utilidad está dada por:

$$\Pi_i(q_i, q_j) = q_i[P(Q) - c] \quad (5)$$

Donde $P(Q) = a - bQ$ es la función del precio dependiente de la cantidad, $Q = q_1 + q_2$ corresponde a la demanda agregada y c , es el costo marginal de cada una de las empresas. Los juegos secuenciales son resueltos mediante inducción hacia atrás, esta técnica consiste en determinar las decisiones óptimas de adelante hacia atrás con base en la secuencia de toma de decisiones. Para resolver este modelo mediante inducción hacia atrás, primero se calcula la reacción de la empresa 2 a una cantidad arbitraria de la empresa 1.

$$\Pi_2(q_2, q_1) = q_2[a - bq_2 - bq_1 - c] \quad (6)$$

$$R_2(Q_1) = q_2 = \frac{a - bq_1 - c}{2b} \quad \text{para } q_1 < (a - c)/b \quad (7)$$

Con esta cantidad, la empresa 1, determina la cantidad óptima q_1 maximizando la función de utilidad.

$$\Pi_1(q_2, R_2(q_1)) = q_1[a - bq_1 - bR_2(q_1) - c] \quad (8)$$

$$q_1^* = \frac{a - c}{2b} \quad (9)$$

$$R_2(q_1^*) = \frac{a - c}{4b} \quad (10)$$

Estos valores corresponden al equilibrio de Nash en el modelo de duopolio de Stackelberg.

1.3.10.2 Valor de Shapley

El valor de Shapley es el concepto de solución más utilizado dentro de los juegos cooperativos de utilidad transferible. Shapley analizó los juegos cooperativos intentando contestar a la siguiente pregunta: dada la función característica de un juego, ¿cuál es el pago esperado para un jugador determinado? En este concepto de solución, se trata de buscar un reparto de pagos único que cumpla una serie de propiedades o axiomas previamente establecidos. (Shapley, 1953) partió de cuatro axiomas o suposiciones que, según él, debería cumplir el reparto de pagos óptimo, y demostró que sólo una asignación de pagos cumplía todos los axiomas, siendo esta asignación el valor de Shapley.

La única solución f definida en Γ^N que satisface las propiedades de aditividad, jugador nulo, simetría y eficiencia es el valor de Shapley. Dado un juego (N, v) , esta solución asigna a cada jugador $i \in N$ el número real:

$$\phi_1(N, v) = \sum_{S \subseteq N: i \in S} q(S)(v(S) - v(S \setminus \{i\})), \quad (11)$$

Donde

$$q(S) = \frac{(s-1)!(n-s)!}{n!} y \quad (12)$$

Y $s = |S|, n = |N|$ representan el número de jugadores que hay en las coaliciones S y N .

La demostración de este teorema se encuentra en Shapley (1953). Se puede observar que el valor de Shapley está determinado, de forma exclusiva y a priori, por la función característica del juego.

El valor de Shapley puede interpretarse como la contribución marginal esperada de cada jugador al entrar en una coalición al azar. En efecto, el factor $v(S) - v(S \setminus \{i\})$ es la contribución marginal efectiva de i al incorporarse a $S \setminus \{i\}$, mientras que el factor $q(s)$ es la probabilidad de que a i le toque incorporarse precisamente a $S \setminus \{i\}$ y no a otra coalición. Shapley justificó este valor bajo la suposición de que un jugador se uniría a una coalición de tamaño s , siendo los distintos tamaños equiprobables, y una vez fijado un tamaño, se uniría a una coalición determinada de ese tamaño también de manera equiprobable. El factor $q(S)$ es el que implementa esa suposición en la expresión del valor de Shapley (Teor & Behavior, n.d.).

2. DESARROLLO DE LOS OBJETIVOS

2.1 Caracterización de variables y parámetros del modelo de contrato de rebates de la cadena de abastecimiento frutícola.

Según (Orozco et al, 2019) La cadena de abastecimiento frutícola objeto de estudio se encuentra conformada por tres eslabones: productores, intermediarios y detallistas. Los productores son unidades productivas pequeñas o medianas que se encuentran ubicados en la zona rural del municipio de Andalucía, Valle del Cauca, los intermediarios compran la producción cítrica a los productores para después comercializarla a través de detallistas, los detallistas son supermercados ubicados en varias zonas del departamento, especialmente, en los municipios aledaños a la zona de producción.

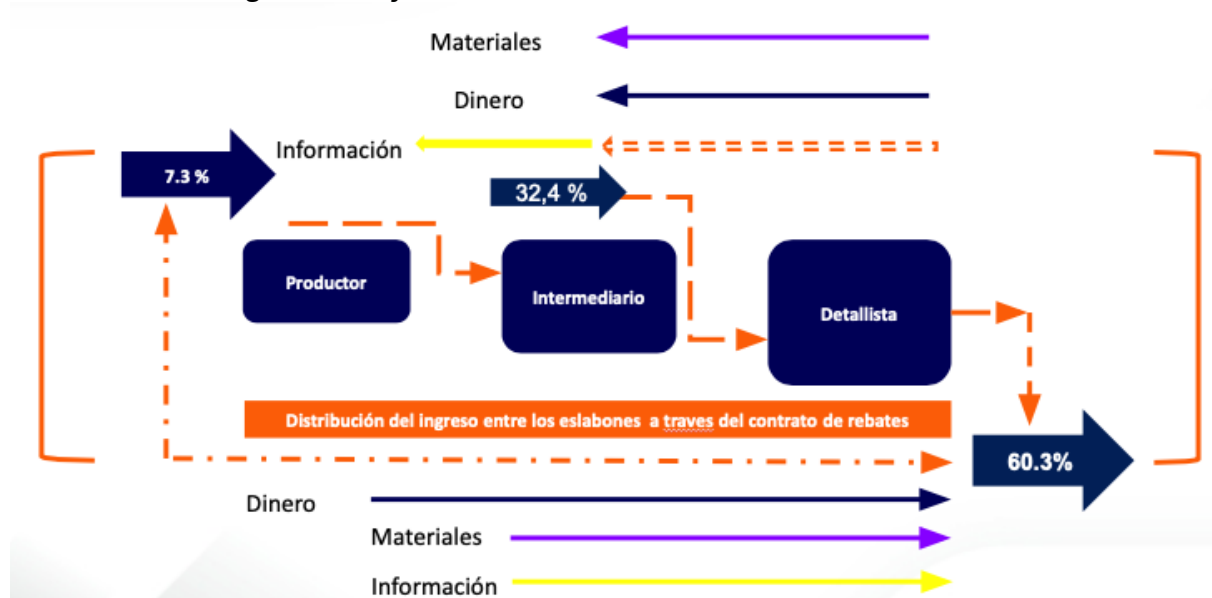
Tres aspectos de la cadena de abastecimiento son de interés para el estudio de la coordinación con contratos:

1. Flujos de material, información y financiero.
2. Asociatividad de los productores.
3. Secuencia de toma de decisiones.

De manera generalizada, es posible considerar que el eslabón del productor en la cadena de abastecimiento carece de un modelo de asociatividad formal, apreciándose un comportamiento similar en los productores con respecto a las decisiones de producción, las cuales están estrechamente ligadas a las condiciones climáticas; la fijación de precios, la cual es establecida por el intermediario o en algunas casos, por medio de un acuerdo mutuo; y el flujo de información entre dos eslabones se limita a actividades de intercambio comercial. Este mismo eslabón, a pesar de ser la base de la cadena, es aquel con menor poder de negociación

en el esquema; los intermediarios y el detallista presentan un mayor grado de comunicación, sin embargo, es posible apreciar que el detallista es el eslabón de mayor poder de negociación, seguido por los intermediarios.

Figura 2. Flujos de la cadena de abastecimiento frutícola



Fuente: Elaboración propia

La figura 2 representa los flujos que se dan entre los eslabones de la cadena, que se explican a continuación:

1. Flujo de información entre el intermediario y el productor: el flujo de información entre el intermediario y el productor es casi inexistente, no se aprecia una colaboración conjunta sobre decisiones de producción, almacenamiento o coordinación de operaciones. La información transmitida de un eslabón al otro se limita al momento de la negociación de precios. Este comportamiento es de esperarse debido a la naturaleza del eslabón productor que está compuesto principalmente por pequeños y medianos productores que no cuentan con las herramientas y el volumen de producto comercializado necesario para establecer relaciones con un cliente mayorista.
2. Flujo de información entre el detallista y el intermediario: el intermediario regularmente está inscrito como proveedor del detallista. Recibe los requerimientos de producto, en términos de cantidad, frecuencia, precio y condiciones de empaque. Algunos de ellos deben proveerse de varias fuentes de abastecimiento (productores) para cumplir los requerimientos de la demanda. Adicionalmente, el nivel de desarrollo tecnológico varía en función a sistemas de comunicación, para la recepción de pedidos, y nivel de agregación de valor de empaque (clasificación del producto, embalaje en sacos, mallas, entre otros) y de lavado. Conocen las condiciones de pago y regularmente se acogen a las políticas de pago del detallista.
3. Flujo de producto hortofrutícola entre el intermediario y el productor: las cantidades de producción escasamente son planificadas, el flujo entre estos dos eslabones es básicamente la cantidad mínima entre aquella requerida por el intermediario y la cantidad

- producida por los productores. Esto genera en muchos casos desperdicio de fruta ya que la mayoría de los pequeños productores no cuentan con las capacidades técnicas para almacenar producto excedente, evidenciando la inexistencia de inventario de seguridad.
4. Flujo de producto hortofrutícola entre el detallista y el intermediario: el intermediario regularmente cuenta con transporte propio, y recoge los productos en el punto de producción y entrega en el centro detallista. El producto es entregado al detallista cumpliendo los requerimientos de empaque y rotulado exigido. La entrega se hace con la frecuencia exigida y cumpliendo el proceso documental para la recepción. Adicionalmente en algunos casos, está sujeto a devoluciones de los productos rechazados por el detallista de acuerdo con su política a proveedores.
 5. Flujo de dinero de producto hortofrutícola entre el intermediario y el productor: este flujo se comporta de manera similar al flujo de producto, se realiza de manera inmediata en el momento de la negociación. No se evidencian programas de financiamiento por ninguna de las partes, ni relaciones complejas y formales respecto al flujo financiero entre los eslabones.
 6. Flujo de dinero de producto hortofrutícola entre el detallista y el intermediario: el intermediario soporta los costos financieros del crédito de acuerdo con la política de pago de los centros detallistas, por lo que asumen los días de crédito establecidos como política impuesta por los detallistas y en algunos casos los descuentos por deterioro del producto. En general estos términos de pago no son transferidos a los productores a quienes les pagan de contado en la mayoría de los casos.

Las condiciones del mercado que enfrenta el minorista: para el detallista dos variables del mercado son esenciales para la obtención de utilidades y en algunas ocasiones, disminución del riesgo inherente en ellas, **los precios y la demanda**. Los precios de las frutas no pueden ser establecidos por el detallista, puesto que son establecidos de acuerdo a las dinámicas de la demanda y la oferta del mercado nacional, como se observa en el sitio web de Corabastos. La demanda se caracteriza por ser *elástica*, los cambios en los precios suelen generar mayores actitudes de compra por parte de la población (Combariza, J. A., 2013).

En el departamento del Valle del Cauca, actualmente 30,000 hectáreas de tierra son dedicadas a la producción frutícola como: papaya, piña, melón, maracuyá, mango, banano, al igual que fresas y cítricos. En términos volumétricos, la producción asciende a 600,000 toneladas al año, lo cual lo ubica como el segundo departamento con mayor producción y genera oportunidades para la creación de empleo, generación de divisas y aumento de los ingresos a los diversos productores, proveedores de insumos, comercializadores y transformadores. (El Tiempo, 2014; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2006).

Los municipios que hacen parte del núcleo de producción citrícola del departamento en el Valle del Cauca son : Alcalá, Andalucía, Ansermanuevo, Argelia, Bolívar, Buga, Bugalagrande, Caicedonia, Cali, Calima el Darién, Candelaria, Cartago, Dagua, El Águila, El Cerrito, Florida, Ginebra, Guacarí, Jamundí, La Cumbre, La Victoria, Obando, Palmira, Pradera, Restrepo, Riofrio, Roldanillo, San Pedro, Sevilla, Toro, Trujillo, Tuluá, Ulloa, Vijes, Yotoco, Yumbo y Zarzal, entendiendo a la mayoría de estos municipios de tradiciones campesinas en donde predomina los pequeños productores.

Con el fin de tener unas estimaciones de las variables económicas que afectan la cadena de abastecimiento citrícola de la región Valle del Cauca, durante la segunda mitad del año 2017 se llevaron a cabo una serie de encuestas entre los productores, intermediarios y detallistas que conforman la cadena. La encuesta indaga sobre diferentes aspectos de las operaciones, finanzas y relaciones con proveedores y clientes, de las cuales 6 preguntas se consideran de principal interés para el desarrollo de un modelo de coordinación a través del contrato de rebate.

Las siguientes preguntas de la encuesta obedecen a datos de interés para el presente trabajo:

1. ¿Qué fruta o grupo de frutas produce?
2. ¿Cuál es la demanda o ventas promedio de cada producto en kilogramos?
3. ¿Cuál es el precio promedio en el que vende el producto a sus clientes?
4. ¿Qué cantidad de producto se cosecha al mes?
5. ¿Cuál es el costo promedio de producción de cada fruta?
6. ¿Cuál es el valor de salvamento de su producto?

Con base en el modelo referente que se presenta en el numeral 2.2, es posible reconocer que los datos de especial interés son aquellos relacionados con la demanda del mercado, precio de la fruta en el mercado final, valor de salvamento de la fruta, costos de cada uno de los eslabones y patrón de toma de decisiones en la cadena. Los datos de la encuesta, en conjunto con la información de precios obtenida del sitio web de información de Corabastos y la página web de Asohofrucol, proporcionan información aproximada para la estimación de los parámetros comerciales y económicos de interés.

2.2 Modelo de contrato de rebates

La construcción del modelo propuesto parte de algunos antecedentes que comparten características con el problema descrito, para este caso, se ha seleccionado el artículo de (Taylor, 2002), en el cual se plantea un modelo de contrato de rebates para una cadena de abastecimiento de varios eslabones.

2.2.1 Notación

Tabla 1. Notación matemática del modelo propuesto.

SIMBOLO	DESCRIPCION
p	<i>Precio al por menor</i>
w_i^n	<i>Precio al por mayor ofertado por el eslabón i bajo el escenario n</i>
c_i	<i>Costo operativo del eslabón i</i>
s	<i>Valor recuperable (salvamento) por cada unidad no vendida</i>
T	<i>Nivel objetivo definido en el contrato</i>
u	<i>Reembolso del canal</i>
ξ	<i>Demanda como variable aleatoria</i>
ϕ	<i>Densidad de la demanda</i>
Φ	<i>Distribucion de la demanda</i>
$[L, U]$	<i>Límites superior e inferior de la distribución de probabilidad uniforme continua</i>

$f_D(D)$	<i>Función de densidad de probabilidad</i>
$F_D(Q)$	<i>Función de distribución acumulada</i>
$G_D(Q)$	<i>Valor esperado de la distribución de probabilidad truncada entre 0 y Q</i>
$\prod m$	<i>Utilidad del elemento m de la cadena</i>
$E_{\min}(Q, D)$	<i>Valor esperado de la cantidad vendida que es el menor valor entre Q y D</i>
$E(\min(Q, D) - T)^+$	<i>Valor esperado de la cantidad vendida por encima de un umbral T</i>

Fuente: Elaboración propia.

Entre los supuestos considerados en este trabajo, se encuentran:

- $0 < c < w < p$; $s < c$; $u > 0$; $T \geq 0$
- p, c, s son exógenos; w, u, T son endógenos.
- No se permite el pago de una suma global.
- $\phi(\xi) > 0$ para todo $\xi \geq 0$
- Entiéndase por exógeno que se debe a causas externas, endógeno que se origina por causas internas.
- El supuesto de que el precio al por menor es exógeno se justifica si el mercado detallista es lo suficientemente competitivo como para que los detallistas sean esencialmente tomadores de precios.
- El valor de recuperación puede ser negativo, lo que indica que el costo de mantenimiento y/o eliminación puede exceder el valor de recuperación nominal. El supuesto cuarto se puede suavizar para permitir cualquier soporte $[\alpha, \beta)$ cuando $0 \leq \alpha \leq \beta \leq \infty$.
- Las empresas son neutrales al riesgo y la distribución de la demanda y todos los parámetros se conocen comúnmente.

El modelo conserva algunas características del propuesto por Terry A Taylor (2002) y algunas identificadas en la caracterización.

Características del modelo propuesto:

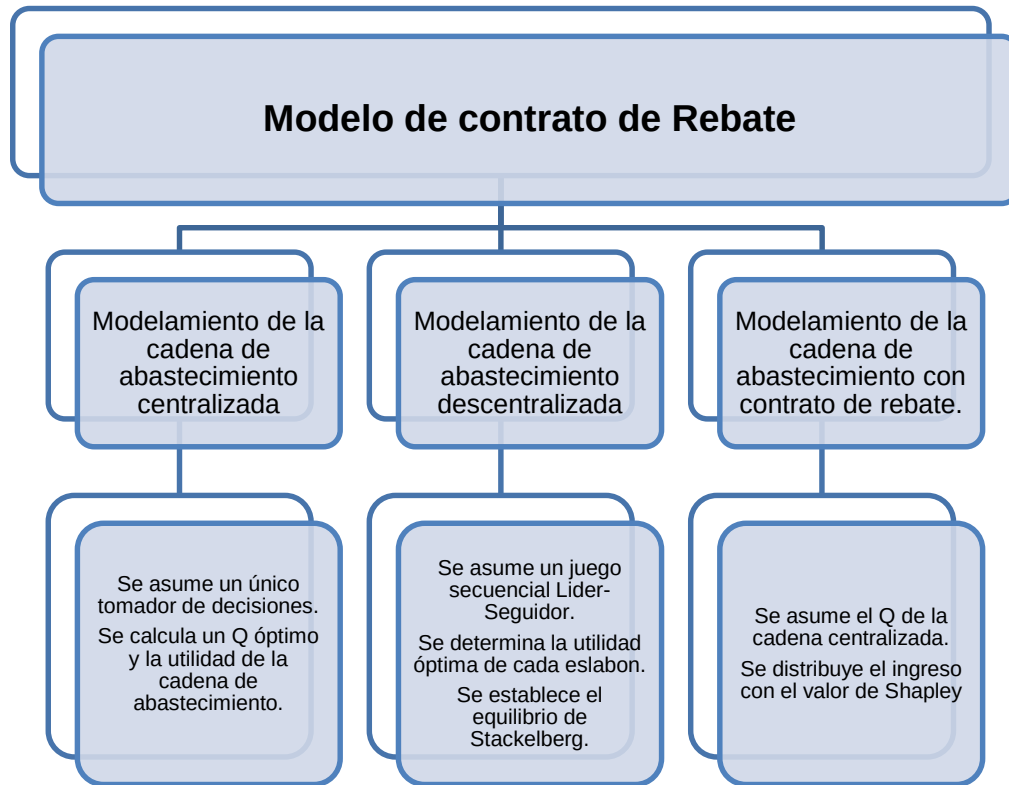
- La cadena de abastecimiento está compuesta por tres eslabones.
- Los eslabones más río abajo presentan mayor poder de negociación.
- Las negociaciones se dan en una forma líder – seguidor.
- La demanda se considera una variable aleatoria, por simplicidad se asume una distribución uniforme continua.
- Los precios y costos se consideran variables determinísticas.
- El producto es perecedero.
- Todo producto no vendido al final del periodo se puede recuperar a un precio de salvamento.
- Toda demanda no suplida se considera venta perdida.

2.2.2. Metodología

Para el abordaje del modelo del contrato de rebates se define una metodología adaptada (Orozco et al, 2019) en la cual se modela un escenario centralizado con el fin de conocer el estado óptimo de la cadena de abastecimiento en el que se asume un único tomador de decisiones, se calcula un Q óptimo junto con la utilidad de la cadena, después se realiza el modelamiento del escenario descentralizado para identificar el comportamiento de la cadena

sin coordinar en el que se asume un comportamiento líder seguidor, se determina la utilidad óptima de cada eslabón y se establece el equilibrio de Stackelberg. Para así modelar el contrato de rebate con el Q óptimo de la cadena centralizada, se determina la utilidad óptima de cada eslabón y se distribuye el ingreso con el valor de Shapley, la utilidad de la cadena con el contrato de rebate se compara con la utilidad de la cadena descentralizada tal como lo muestra la figura 3. Se espera que la distribución del ingreso para cada eslabón con el uso del contrato de rebates será más equitativa que la distribución de la cadena descentralizada.

Figura 3. Metodología del modelo de contrato de Rebates.



Fuente: Elaboración propia

2.2.2 Modelamiento del escenario centralizado

En esta sección se representa el escenario donde la cadena de abastecimiento funciona como un sistema centralizado, en el que se asume un solo tomado de decisiones (Orozco et al, 2019), lo define como:

$$F_D(Q) = \int_L^Q f(D)dD \quad (13)$$

$$kG_D(Q) = \int_L^Q D * f(D)dD \quad (14)$$

Las utilidades de los eslabones y la cadena de abastecimiento están dadas por las ecuaciones:

$$\Pi_1^c = E_D[p * \text{Min}\{Q_c, D\} - (W_2^c + C_1)Q_c + S(Q_c - D)^+] \quad (15)$$

$$\Pi_1^c = (p - W_2^c - C_1)Q_c + S[Q_c F(Q_c) - G(Q_c)] + p[G(Q_c) - QF(Q_c)] \quad (16)$$

$$\Pi_2^c = (W_2^c - W_2^c - C_2)Q_c \quad (17)$$

$$\Pi_3^c = (W_3^c - C_3)Q_c \quad (18)$$

$$\Pi_1^c = E_D[p * \text{Min}\{Q_c, D\} + S(Q_c - D)^+] - \sum_i^n C_i Q_c \quad (19)$$

$$\Pi_1^c = (p - \sum_i^n C_i) Q_c + S[Q_c F(Q_c) - G(Q_c)] + P[G(Q_c) - QF(Q_c)] \quad (20)$$

Para solucionar el problema centralizado es necesario optimizar la ecuación (20), como se menciona anteriormente la optimización de la cadena de abastecimiento centralizada corresponde a un problema de vendedor de periódicos con costo unitario excedente $C_e = \sum_i^n C_i - S$ y costo unitario faltante $C_s = p - \sum_i^n C_i$

$$Q_c = F^{-1}\left(\frac{C_s}{C_s + C_e}\right) = F^{-1}\left(\frac{p - \sum_i^n C_i}{p - S}\right) \quad (21)$$

Para el caso de la distribución uniforme continua con límites $[L, U]$, tenemos:

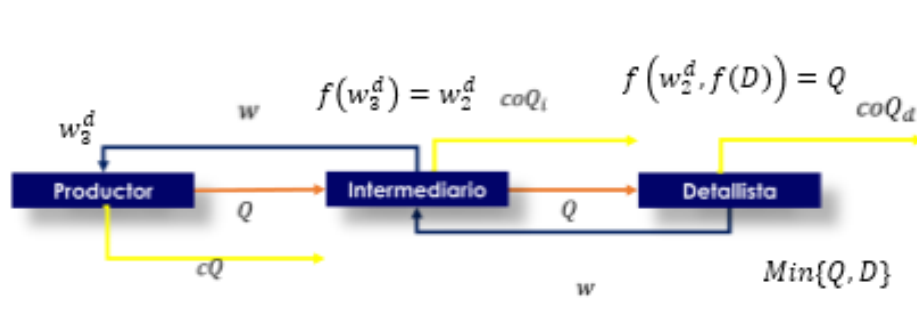
$$Q_c = L + (U - L) \left(\frac{p - \sum_i^n C_i}{p - S}\right) \quad (22)$$

2.2.3 Modelamiento del escenario descentralizado

En esta parte se modela el comportamiento de la cadena de abastecimiento cuando los eslabones se comportan de manera independiente y se preocupan por su propio beneficio, por esto, se asume un comportamiento líder-seguidor, junto con un juego secuencial implementado para determinar el equilibrio de Stackelberg del sistema, bajo esta solución, los eslabones no tienen ningún incentivo para desviarse de los valores determinados.

Según (Orozco et al, 2019) la secuencia de toma de decisiones en la cadena de abastecimiento es la siguiente:

Figura 4. Toma de decisiones a lo largo de la cadena de abastecimiento.



Fuente: Elaboración propia

Tal como lo muestra la figura 4, el eslabón n decide el precio de venta de W_n entendiendo a n como detallista, $n - 1$ como intermediario.

1. El eslabón $n - 1$ decide el precio de venta W_{n-1} ,
2. Dado que W_2, C_1 y la distribución de demanda $f(d)D$ el eslabón 1 decide la cantidad Q

3. La misma cantidad de orden es pasada desde el eslabón 2 a 3, hasta llegar al eslabón n .
4. La cantidad Q es enviada al eslabón n a desde el eslabón 1.
5. La demanda D ocurre y el eslabón 1 (Detallista) vende la cantidad $\text{Min}\{Q, D\}$

Terry A Taylor (2002) define el problema:

$$\max_{w_3} \Pi_3 = (w_3 - c_3)Q \quad (24)$$

$$\text{s.t. } \max_{w_2} \Pi_2 = (w_2 - w_3 - c_3)Q \quad (25)$$

$$\text{s.t. } \max_Q \Pi_1 = E_D[p \cdot \text{Min}\{Q, D\} - (w_2 - c_1)Q + s(Q - D)^+] \quad (26)$$

a) Óptimo del eslabón 1

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Pi_1}{\partial Q} &= 0 \\ Q &= L + (U - L) \left(\frac{p - c_1 - w_2}{p - s} \right) \end{aligned} \quad (27)$$

b) Óptimo del eslabón 2

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Pi_2}{\partial w_2} &= 0 \\ w_2 &= \frac{p \cdot U - s \cdot L + (U - L)(c_2 + w_3 - c_1)}{2(U - L)} \end{aligned} \quad (28)$$

c) Óptimo del eslabón 3

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Pi_3}{\partial w_3} &= 0 \\ w_3 &= \frac{p \cdot U - s \cdot L + (U - L)(c_3 + c_2 - c_1)}{2(U - L)} \end{aligned} \quad (29)$$

d) Equilibrio de Stackelberg resultante:

$$Q = L + (U - L) \left(\frac{p - c_1 - w_2}{p - s} \right) \quad (30)$$

$$w_2 = \frac{3(p \cdot U - s \cdot L) + (U - L)(c_3 + c_2 - 3c_1)}{4(U - L)} \quad (31)$$

$$w_3 = \frac{p \cdot U - s \cdot L + (U - L)(c_3 + c_2 - c_1)}{2(U - L)} \quad (32)$$

2.2.4 Modelamiento del contrato de rebate

La modelación del escenario centralizado y descentralizado proporciona una idea sobre el estado actual de la cadena de abastecimiento, lo que permite obtener un diagnóstico sobre la

diferencia entre el estado óptimo posible y el desempeño actual. El objetivo es disminuir esta diferencia, mediante el contrato de rebates, haciendo que el escenario descentralizado alcance un nivel de desempeño igual o cercano al del escenario centralizado tomado como escenario ideal, es decir, que se toma como base la Q óptima de la cadena de abastecimiento centralizada tal como se muestra en la Figura 5.

Figura 5. Flujos de la cadena de abastecimiento con el contrato de rebate



Fuente: Elaboración propia

Como se mencionó anteriormente el modelo conserva algunas características del propuesto por (Taylor, 2002) en donde se incentiva a cumplir una meta propuesta al ofrecer un valor por cada unidad vendida cuando se cumple el nivel objetivo.

Considérese una cadena de abastecimiento de n eslabones, donde $n \geq 2$, 1 es el eslabón inicial y n el eslabón siguiente en la cadena.

Siendo la utilidad del vendedor de periódicos:

$$r(Q|T) = -wQ + pE \min(Q, D) + sE(Q - D)^+ + uE(\min(Q, D) - T)^+. \quad (33)$$

$E(\min(Q, D) - T)^+$ valor esperado de la cantidad vendida por encima de un umbral T

Se asume que $\min(Q, D) - T > 0$, es decir: $\min(Q, D) > T$

Esta cantidad por encima de T recibe un beneficio "u" por unidad

La utilidad del contrato de rebates está dada por:

$$r(Q|T) = \begin{cases} (p - w)Q - (p - s) \int_0^Q (Q - D) d\Phi(D) & \text{if } Q \leq T \\ (p - w)Q - (p - s) \int_0^Q (Q - D) d\Phi(D) + u(\int_0^Q (D - T) d\Phi(D) + (Q - T)[1 - \Phi(Q)]) & \text{if } Q > T \end{cases} \quad (34)$$

$$\int_0^Q (Q - D) d\Phi(D) \quad \text{if } Q \leq T \text{ Siendo } Q \text{ la cantidad producida entonces}$$

dado que la demanda D es la variable aleatoria, y en caso de que D varíe de 0 hasta Q , entonces esa integral es sobre $-$ stock que no se vende.

$$u(\int_0^Q (D - T) d\Phi(D))$$

Siendo T el umbral a partir del cual se paga la comisión, entonces si $Q > T$, la integral indica la demanda acumulada por encima de T que se logra atender con la cantidad Q producida.

$$(Q - T [1 - \Phi(Q)])$$

Si $Q > T$ entonces $(Q - T)$ es la cantidad sobre la cual se pagará la comisión

Así,

$$\left(\frac{\partial}{\partial Q}\right) r(Q|T) = \begin{cases} p - w - (p - s)\Phi(Q) & \text{if } Q \leq T \\ p + u - w - (p + u - s)\Phi(Q) & \text{if } Q > T \end{cases} \quad (35)$$

2.3 Validación del modelo

Para el caso de estudio anterior, se aplica el contrato de rebates propuesto. Los cálculos numéricos son desarrollados mediante el apoyo del lenguaje de programación R (Ver anexo digital 1)

2.3.1 Solución del contrato

Se dice que, el contrato de rebates tiene solución, si y solo si, $E(\min(Q, D) - T)^+$, es un valor no vacío.

La solución del contrato de rebates implica el alcance de dos objetivos clave en el estudio de la coordinación de la cadena de abastecimiento: la utilidad de la cadena de abastecimiento descentralizada bajo el contrato de rebate es igual al de la cadena de abastecimiento centralizada y superior a la descentralizada sin contrato de rebate, por lo que cada eslabón recibe una utilidad mayor a aquella obtenida en el escenario descentralizado.

En este trabajo, se realiza el siguiente procedimiento para hallar una solución general al contrato:

1. Determinar las condiciones bajo las cuales $Q_r = Q_c$.
2. Formular un escenario gana-gana para los eslabones de la cadena de abastecimiento.
3. A través de la teoría de juegos con el valor de Shapley, se garantiza que la distribución del ingreso entre los eslabones de la cadena sea equitativa, mejorando las condiciones socioeconómicas del pequeño productor.

2.3.2 Aplicación de la propuesta

Los parámetros del modelo pueden ser encontrados en el numeral 2.1 y se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 2 Parámetros del modelo

Variable	Valor
Precio	\$ 1.523,00
Costo 1	\$ 179,65
Costo 2	\$ 370,25
Costo 3	\$ 517,18
Salvamento	\$ 228,00
U	\$ 180,00
T	\$ 657,00

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 2 nos muestra los parámetros de modelo como también las condiciones ideales de la cadena de abastecimiento bajo las cuales el contrato de rebates mejora la condiciones de la misma. Es decir que el precio, los costos, el valor de salvamento, el reembolso del canal y el nivel objetivo deben comportarse similarmente a lo largo de la cadena para alcanzar el resultado esperado.

La aplicación de las ecuaciones desarrolladas para los escenarios centralizados y descentralizados conduce a los siguientes resultados. Donde Q es el tamaño óptimo de pedido correspondiente a cada eslabón con las correspondientes utilidades y las diferencias son relativas al valor óptimo de la medida de comparación.

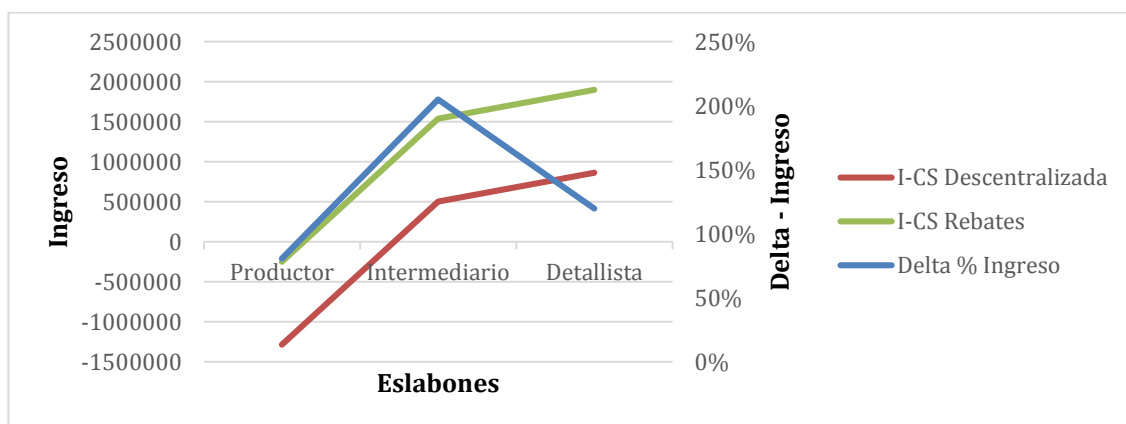
Tabla 3. Comparación de escenarios de la cadena de abastecimiento.

Variable	CS-C	CS-D	CS-R
Q	1317,15	329,29	1317,15
ΔQ	0	987,86	0
$\Delta Q\%$	0	75%	0
Utilidad (\$)	\$ 555.573,76	\$ (572.786,48)	\$ 551.906,38
Δ Utilidad	0	\$ 1.128.360,24	\$ 3.667,38
Δ Utilidad%	0	203,10%	1%
Ingreso (\$)	\$ 3.189.883,00	\$ 85.791,00	\$ 3.186.215,10
Δ Ingreso	0	\$ (3.104.092,00)	\$ (3.667,90)
Δ Ingreso%	0	97%	4%

Fuente: Elaboración propia

Estos valores corroboran la optimalidad del escenario centralizado y desempeño notoriamente inferior del escenario descentralizado. Dos conjuntos de valores son de interés para la coordinación de la cadena de abastecimiento, la utilidad de la cadena de abastecimiento y aquella de los eslabones de la cadena. Una vez esta condición es satisfecha, es posible garantizar que $Q_r = Q_c$ y, por lo tanto, la utilidad total de la cadena de abastecimiento con el contrato de rebates es igual a la utilidad de la cadena de abastecimiento centralizada y mayor a la descentralizada. Existe un aumento en los niveles de utilidad de todos los eslabones y la utilidad de la cadena. Por lo tanto, es correcto afirmar que el contrato de rebate coordina la cadena de abastecimiento.

Figura 6. Ingreso CS rebate vs ingreso CS descentralizada - Δ Ingreso



Fuente: Elaboración propia.

La figura 6 indica como varía el ingreso de cada uno de los eslabones de la cadena con respecto a los escenarios tanto de la cadena de abastecimiento descentralizada como también de la cadena de abastecimiento coordinada a través del contrato de rebate. Las variaciones del ingreso respecto al rebate son notorias, un aumento del 81% para el productor, del 205% para el intermediario y del 120% para el detallista, por lo que decimos que el ingreso es altamente sensible al uso del contrato de rebate como mecanismo de coordinación en la cadena de abastecimiento.

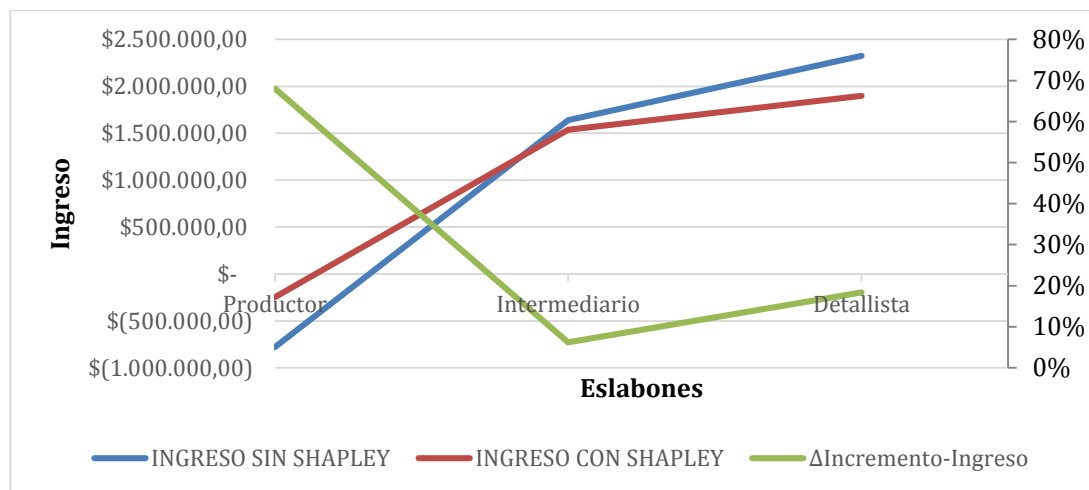
La distribución del ingreso se realiza equitativamente según el valor de Shapley que toma la participación como base para su distribución incluyendo la contribución individual y cooperativa para determinar el ingreso de cada eslabón. Dicha distribución se muestra en la Figura 7 con los respectivos valores en la Tabla 4. Es notable como se mejora la distribución del ingreso utilizando el valor de Shapley a través de las relaciones de cooperatividad entre los eslabones.

Tabla 4 Ingreso con o sin valor de Shapley

Eslabón	INGRESO SIN SHAPLEY	INGRESO CON SHAPLEY	ΔIncremento-Ingreso
Productor	\$ (778.898,90)	\$ (248.744,20)	68%
Intermediario	\$ 1.639.853,00	\$ 1.537.774,00	6%
Detallista	\$ 2.325.261,00	\$ 1.897.186,00	18%
TOTAL	\$ 3.186.215,10	\$ 3.186.215,80	

Fuente: Elaboración propia

Figura 7 Ingreso con o sin el valor de Shapley



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5 Distribución del ingreso por eslabones de la cadena de abastecimiento

Eslabón	CA-Descoordinada	CA-Rebate-Shapley	Δ Distribución-Ingreso
Productor	-1495%	-8%	99%
Intermediario	588%	48%	92%
Detallista	1007%	60%	94%
TOTAL	100%	100%	

Fuente: Elaboración propia

La

Tabla 5 muestra la distribución del ingreso por eslabones de la cadena de abastecimiento multieslabon de pequeños productos frutícolas, en donde el eslabón del Productor presenta en el escenario de la cadena con contrato de rebate y valor de Shapley una distribución del -8%, comparado con el ingreso de -1495% que se presenta en la cadena de abastecimiento descentralizada. Lo que indica un delta de distribución del ingreso para dicho eslabón del 99%.

2.4 Análisis de sensibilidad

Los resultados obtenidos demuestran que el propósito inicial del mecanismo de coordinación es alcanzado, es decir, en efecto, el contrato de rebate en la cadena de abastecimiento frutícola logra coordinar la cadena y mejorar el desempeño de cada uno de los eslabones en términos de distribución de ingresos entendiendo dicho ingreso como la suma de la utilidad y los costos de cada eslabón.

En esta parte del trabajo se realiza un análisis de sensibilidad para responder a las inquietudes que surgen una vez obtenidos los cálculos numéricos, se realiza un análisis empírico de los resultados obtenidos en el caso de estudio, específicamente, se estudia el impacto de las fluctuaciones de precios y cambios en la demanda en las funciones de desempeño, el valor de salvamento, además se varía el nivel objetivo y su ganancia por cada unidad vendida.

2.4.1 Variando el Precio

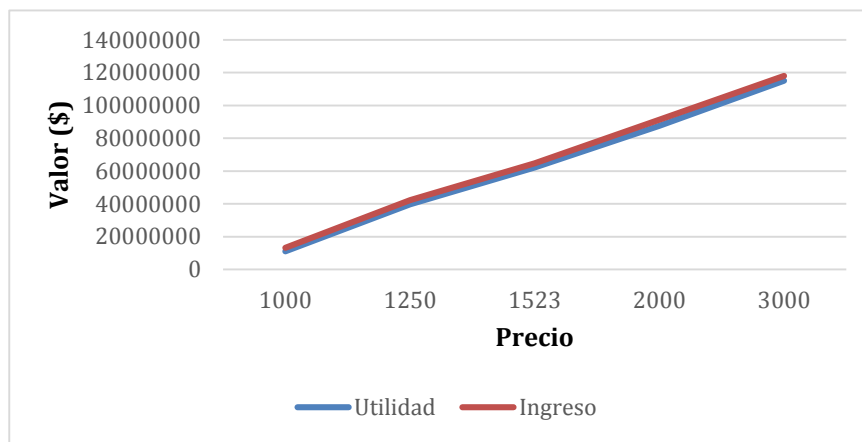
Tabla 6. Efecto de las variaciones de p en la utilidad y el ingreso.

Precio	1000	1250	1523	2000	3000
Valor porcentual de P	34%	18%	0%	-31%	-97%

Utilidad (\$)	\$ 10.947.478,50	\$ 39.762.890,55	\$ 62.090.323,08	\$ 87.438.812,39	\$ 115.030.427,17
Valor porcentual de la utilidad	82%	36%	0%	-41%	-85%
Ingreso (\$)	\$ 13.090.161,00	\$ 42.202.351,00	\$ 64.724.633,00	\$ 91.268.468,00	\$ 118.051.404,00
Valor porcentual del ingreso	80%	35%	0%	-41%	-82%

Fuente: Elaboracion propia.

Figura 8. Precio Vs Utilidad e Ingresos de la cadena de abastecimiento.



Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 6 muestra la utilidad y el ingreso respecto a los cambios en el precio de venta al mercado. Las variaciones de la utilidad y el ingreso respecto a p son notorias, un aumento del 31% del precio genera un incremento del 41% tanto del ingreso como de la utilidad, por lo que se afirma que la utilidad como el ingreso es altamente sensible a las variaciones de p . (Figura 8). En esta variación los costos de cada eslabón y el valor de salvamento son constantes.

2.4.2 Variando el Valor de salvamento

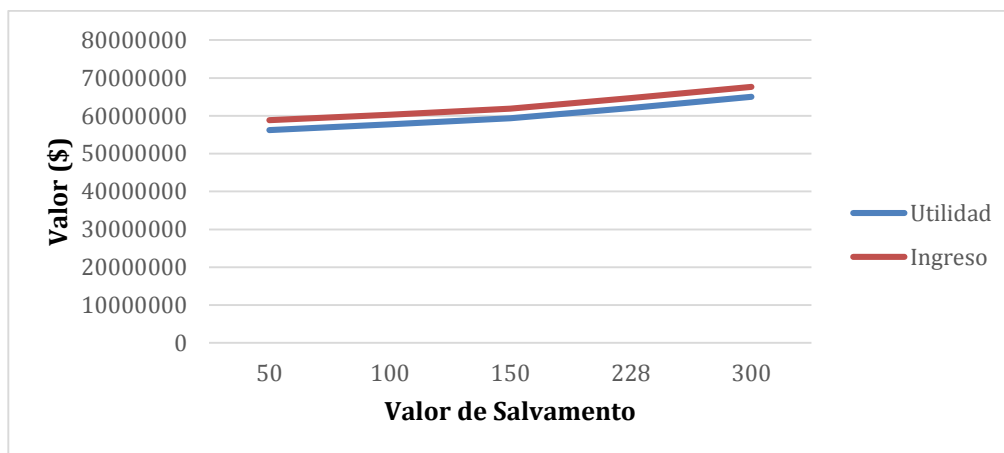
Tabla 7. Efecto de las variaciones de salvamento en la utilidad y el ingreso.

Salvamento (\$)	\$ 50,00	\$ 100,00	\$ 150,00	\$ 228,00	\$ 300,00
Valor porcentual de p	67%	33%	0%	-52%	-100%
Utilidad (\$)	\$ 56.221.401,71	\$ 57.708.543,69	\$ 59.313.182,44	\$ 62.090.323,08	\$ 65.003.256,56
Valor porcentual de la utilidad	5%	3%	0%	-5%	-10%
Ingreso (\$)	\$ 58.808.062,00	\$ 60.307.385,00	\$ 61.925.091,00	\$ 64.724.633,00	\$ 67.660.780,00

Valor porcentual del ingreso	5%	3%	0%	-5%	-9%
------------------------------	----	----	----	-----	-----

Fuente: Elaboracion propia.

Figura 9. Valor de salvamento Vs Utilidad e Ingresos de la CA



Fuente: Elaboracion propia.

La Tabla 7 muestra la utilidad y el ingreso respecto a los cambios en el valor de salvamento. Las variaciones de la utilidad y el ingreso respecto al valor de salvamento no son tan notorias, un aumento del 52% del valor de salvamento genera un incremento del 5% tanto del ingreso como de la utilidad, por lo que decimos que la utilidad como el ingreso es poco sensible al valor de salvamento (Ver Figura 9). En esta variación los costos de cada eslabón y los precios son constantes.

2.4.3 Variando el reembolso del canal

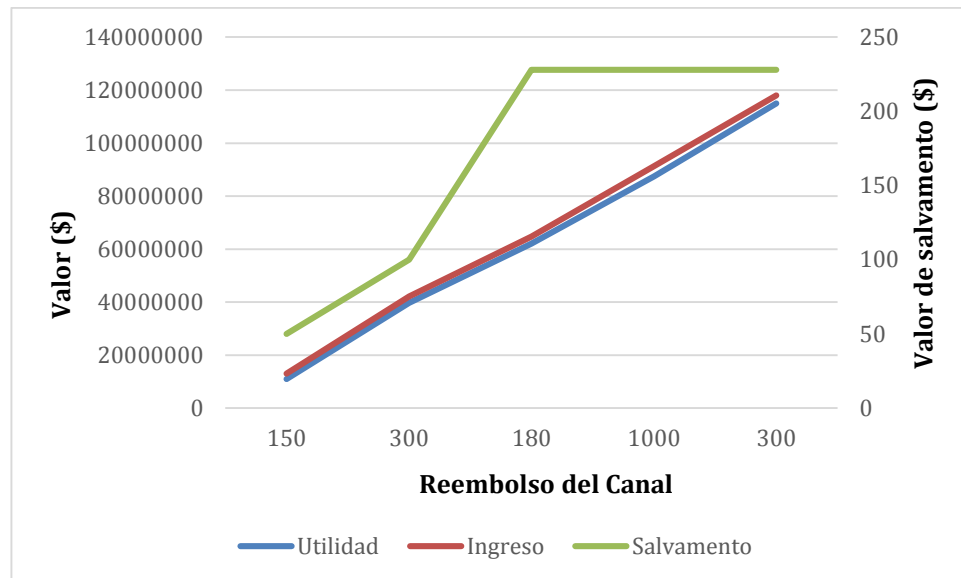
Tabla 8. Efecto de las variaciones del reembolso del canal en la utilidad y el ingreso.

Salvamento (\$)	\$ 50,00	\$ 100,00	\$ 228,00	\$ 228,00	\$ 228,00
Valor porcentual de salvamento	78%	56%	0%	0%	0%
Utilidad (\$)	\$ 10.947.478,50	\$ 39.762.890,55	\$ 62.090.323,08	\$ 87.438.812,39	\$ 115.030.427,17
Valor porcentual de la utilidad	82%	36%	0%	-41%	-85%
Ingreso (\$)	\$ 13.090.161,00	\$ 42.202.351,00	\$ 64.724.633,00	\$ 91.268.468,00	\$ 118.051.404,00
Valor porcentual del ingreso	80%	35%	0%	-41%	-82%
Reembolso del canal (\$)	\$ 150,00	\$ 300,00	\$ 180,00	\$ 1.000,00	\$ 300,00

Valor porcentual de u	17%	-67%	0%	-456%	-67%
-----------------------	-----	------	----	-------	------

Fuente: Elaboracion propia.

Figura 10. Reembolso del canal Vs Utilidad e Ingresos de la CA



Fuente: Elaboracion propia.

La Tabla 8 muestra la utilidad y el ingreso respecto a los cambios en el reembolso del canal. Las variaciones de la utilidad y el ingreso respecto al reembolso del canal son notorias, un aumento del 17% del valor del reembolso del canal genera un incremento del 82% para la utilidad y el 80% para el ingreso, por lo que decimos que la utilidad como el ingreso es muy sensible al valor del reembolso del canal (Ver Figura 10). En esta variación los costos de cada eslabón y los precios son constantes.

3. CONCLUSIONES

El desempeño global de la cadena de abastecimiento y la mejora específica del ingreso de cada eslabón son objetivos establecidos en el presente trabajo, el modelo de contrato de rebates demuestra que, desde el punto de vista teórico es posible mejorar el nivel de las utilidades del sistema para cada eslabón y en especial para el pequeño productor frutícola.

Se demuestra que el contrato de rebates puede coordinar la cadena de abastecimiento. La formulación del contrato tiene solución única. Finalmente, se demuestra que el contrato de rebate es altamente sensible al precio de venta, la demanda y el reembolso del canal, mientras que los demás parámetros afectan los resultados de manera menos significativa.

El contrato de rebates como se evidencia en el análisis de sensibilidad logra mayores ingresos en la cadena de abastecimiento específicamente para el eslabón del pequeño productor, dicha distribución de ingresos alcanza una mejor distribución al hacer uso del valor de Shapley puesto que este mecanismo garantiza que la distribución se realice de manera más equitativa con respecto a la participación a lo largo de la cadena de abastecimiento.

Entendiendo el ingreso como la suma de la utilidad y los costos de cada eslabón, se afirma que existe una correlación entre las utilidades y los ingresos como se demuestra en el análisis de sensibilidad evidenciando un aumento en ambas variables dado el desempeño del contrato de rebate en la cadena de abastecimiento multi-eslabón.

El contrato de rebates puede coordinar la cadena de abastecimiento según las limitaciones de variables como la demanda y el precio, que definen el escenario ideal para que el contrato mejore el ingreso de cada eslabón y específicamente para el pequeño productor frutícola. Por lo que es recomendable el uso de dicho contrato en escenarios en los cuales se presenta una alta demanda acorde al nivel objetivo establecido en el contrato.

4. TRABAJOS FUTUROS

El trabajo considera como variable estocástica la demanda, sin embargo, el hecho de asumir esta variable uniformemente distribuida permite que sea modelada mediante ecuaciones exactas. Considerar la variable demanda y precio como estocásticas y modelarlas mediante otras distribuciones más complejas junto con las diferentes formas de formular el contrato de rebates hacen que el problema no pueda ser resuelto fácilmente, por lo tanto, sería necesario recurrir a métodos numéricos o de simulación para lograr resolver el problema como manera de dar continuidad al trabajo.

También como futuro trabajo se puede utilizar el contrato de rebates en cadenas de abastecimiento agrícolas tan diversas como el mercado campesino colombiano en los que se puede comparar los resultados encontrados y contrastarlos con el caso actual.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Arshinder, Kanda Arun and Deshmukh, S G, 2008, Supply Chain Coordination: Perspectives, Empirical Studies and Research Directions, International J of Production Economics, 115(2), 316-335
- Carlos A. da Silva, Doyle Baker, Andrew W. Shepherd, Chakib Jenane y Sergio Miranda da Cruz* (2013) Agroindustrias para el desarrollo
- Castañeda, I., Canal, J., & Orjuela, J. (2012). Caracterización de la logística de la cadena de abastecimiento agroindustrial frutícola en Colombia. Universidad Distrital Francisco José De Caldas.
- Chase, R., Jacobs, F. R. y Aquilano, N. (2009). Administración de operaciones - Producción y cadena de suministros. McGraw-Hill
- Combariza, J. (2013). Perfil nacional de consumo de frutas y verduras. Subdirección de Salud Nutricional Alimentos y Bebidas Ministerio de Salud y Protección Social Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO.
- Cristian Camilo Delgado, (2014) Experimento controlado para explorar la aversión al riesgo en decisiones financieras. Universidad Industrial de Santander.
- D. Peña Orozco, S. Agudelo and L. Rivera, Análisis del comportamiento del contrato de distribución de ingresos en una cadena de abastecimiento frutícola, Rev. int. métodos numér. cálc. diseño ing. (2019). Vol. 35, (2), 31
- Díaz. L, Bernal, M. (2016). Modelo de gestión de capacidades logísticas en la cadena de suministro agroindustrial frutícola en Bogotá. Cundinamarca. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, facultad de ingeniería.
- Diego Miranda Lasprilla (2011). Actual state of colombian pomology and prospects for its development.
- Douglas M Lambert, Martha C Cooper. (2000). Issues in Supply Chain Management, [https://doi.org/10.1016/S0019-8501\(99\)00113-3](https://doi.org/10.1016/S0019-8501(99)00113-3)
- Farroni. M. (2013). Contratos agroindustriales: A la búsqueda del equilibrio entre el sector agropecuario y la industria. Revista Pilquen. Sección Agronomía. Año XV, No 13, 2013
- Garavito, E. J., Jiménez, M., Rueda, M., Rojas, M., Marlen, D., Mendez, V., ... Torres, M. C. (2009). Guía Ambiental Hortofrutícola de Colombia. Retrieved from [http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_30_GUIAhortifruticultura\[1\].pdf](http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_30_GUIAhortifruticultura[1].pdf)
- Geng and Mallik, "Joint mail-in rebate decisions in supply chains under demand uncertainty, Production and Operations Management", 20 (2011), 587-602
- Gibbons (1992) Game theory for applied economists
- Guo, Shu & Shen, Bin & Choi, Tsan-Ming & Jung, Sojin. (2017). A review on supply chain contracts in reverse logistics: Supply chain structures and channel leaderships. Journal of Cleaner Production. 144. 387-402. 10.1016/j.jclepro.2016.12.112.

- Haehling von Lanzenauer, C., Pilz-Glombik, K. Coordinating supply chain decisions: an optimization model. *OR Spectrum* 24, 59–78 (2002).
- Heizer & Render (2009) *Principios de Administración de Operaciones* ISBN: 978-607-442-099-9
- HInstituto Humboldt, (2019) *Evaluación nacional de biodiversidad y servicios ecosistémicos*.
- Hou, Jing & Zeng, Amy & Zhao, Lindu. (2009). Achieving better coordination through revenue sharing and bargaining in a two-stage supply chain. *Computers & Industrial Engineering*. 57. 383-394. 10.1016/j.cie.2008.12.004.
- Huang, B; Ye, Z. (2009). The effects of lumpy demand and shipment size constraint: A response to “Revisit the note on supply chain integration in vendor-managed inventory”. *Decision Support Systems*, In Press, Accepted Manuscript.
- HU Long-ying, CHUNYU Yong-qi, JIANG Zhang-sheng. (2007). Research on the Coordination Mechanism Model of the three-level supply chain
- Jia, Zhen-Zhen & Deschamps, Jean-Christophe & Dupas, R.. (2016). A negotiation protocol to improve planning coordination in transport-driven supply chains. *Journal of Manufacturing Systems*. 38. 13-26. 10.1016/j.jmsy.2015.10.003.
- Lian, Zhaotong & Deshmukh, Abhijit. (2009). Analysis of supply contracts with quantity flexibility. *European Journal of Operational Research*. 196. 526-533. 10.1016/j.ejor.2008.02.043.
- M. Khouja and J. Zhou , (2009). The effect of delayed incentives on supply chain profits and consumer surplus, *Production and Operations Management*, 172–197.
- Meixell, M. J. and Gargeya, V. B. (2005). Global supply chain design: A literature review and critique. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 41(6): 531-550.
- Milena & Gil, (2009). Importancia socioeconómica del sector frutícola en Colombia.
- Miranda Diego, (2011). Estado actual de fruticultura colombiana y perspectivas para su desarrollo
- Miranda. D. (2011). Estado actual de fruticultura colombiana y perspectivas para su desarrollo. *Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, Volume Especial*, E. 199-205, Outubro 2011.
- Perfil nacional de consumo de fruta y verduras de Colombia, (2013) Ministerio de salud y protección social.
- Perfetti del Corral. M, Prada. C, Molina. L. (2016). 3re Censo nacional agropecuario. Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).
- Piñeiro, M. (2010), ‘Rural development in latin america: trends and policies’, IDB Rural Development Dialogue (Núm. 24).
- Ramdas, K., and Speakman, R.E. (2000), “Understanding what drives supply chain performance”, *Interfaces*, Vol. 30, No. 4, pp. 3-21.

- Roberts, J. 1998. Reseller's profits rise, but so do salary costs. *Computer Reseller News*, (October 26): 46–48
- Rodríguez F, Bermúdez LT. (1996). Perfil y caracterización de la comercialización y consumo de feijoa en Boyacá. *Agronomía Colombiana*.XIII(1):56–62.
- Romero Alvarez Yaneth (2011). Incidencia del PIB agropecuario en el PIB nacional Evolución y transformación.
- S. Cannella, E. Ciancimino, J. M. Framinan and S. M. Disney, "The four supply chain archetypes", *Universia Business Review*, 2010.
- Santacoloma Varón, L. E. (2011). Análisis comparado de las condiciones de producción de dos asociaciones de productores de fruta del Occidente de Colombia para su participación en proyectos de comercio justo.
- Shapley Lloyd, *Stochastic Games* [1953], *Proceedings of National Academy of Science* Vol. 39, pp. 1095–1100.
- Sijie Li, Zhanbei Zhu, Lihua Huang. (2008) Supply chain coordination and decision making under consignment contract with revenue sharing
- Sluis, Stephan & De Giovanni, Pietro. (2016). The selection of contracts in supply chains: An empirical analysis. *Journal of Operations Management*. 41. 1-11. 10.1016/j.jom.2015.10.002.
- Stackelberg (1934) "Market Structure and Equilibrium"
- T. A. Taylor, (2002). Supply chain coordination under channel rebates with sales effort effects, *Management Science*, 992–1007.
- Teor, L., & Behavior, E. (n.d.). Capítulo 1 Teoría de Juegos Cooperativos. 1–21. Retrieved from <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11847/fichero/Volumen+1%252FCapítulo+1.pdf>
- Tsay, A. (1999) The Quantity Flexibility Contract and Supplier-Customer Incentives. *Management Science*, 45, 1339-1358.
- Turocy, T. L., & von Stengel, B. (2001). Game theory
- V. M. José. (2011). Los Contratos en la Gestión de la Cadena de Suministro: Una Revisión Master Organización Industrial y Gestión de Empresas.
- Carlos Julio Vidal, (2010) Fundamentos de control y gestión de inventarios. Universidad del Valle.
- Voltski, I.; Pawlowski, J. (2015). *Flexamina islandica* gen. nov. sp. nov. and some new phylotypes of monothalamous foraminifera from the coast of Iceland. *Zootaxa*. 3964: 245-259
- Wong, Qi, & Leung, 2009. Coordinating supply chains with sales rebate contracts and vendor-managed inventory

- Y. G. Chen, W. Y. Zhang, S. Q. Yang, Z. J. Wang, S. F. Chen. (2014) Referral service and customer incentive in online retail supply Chain, Journal of Applied Research and Technology, 12.