

Análisis de las cadenas de suministro agrícolas en el marco del acuerdo de paz en Colombia

Gloria Stella Barrera Arias¹

Diego Fernando Batero¹

Artículo de investigación científica y tecnológica.



Fecha de recepción: 10 de marzo 2022 ■ **Fecha de aceptación:** 14 de mayo 2023 ■ **Fecha de publicación:** 4 de septiembre 2024

✉ Gloria Stella Barrera Arias. Facultad de ingeniería. Fundación Universitaria Agraria de Colombia. Barrera.gloria@uniagraria.edu.co

Barrera Arias, G. S. y Batero, D. F. (2023). Análisis de las cadenas de suministro agrícolas en el marco del acuerdo de paz en Colombia. *Revista de Investigaciones Uniagraria*, 11(1), 42-60.

Resumen

El acuerdo de paz es un hecho histórico y relevante para Colombia, que tiene impacto en la totalidad de las dimensiones del país. Después del arduo conflicto armado, las oportunidades para el mejoramiento social y económico se encuentran en el mejor escenario en los últimos 50 años. En este contexto y para este manuscrito, se analizan los efectos del acuerdo en las cadenas de suministro agrícolas, en lo que respecta a los procesos, la distribución, la dinámica e interacción de los eslabones y el impacto a nivel de economía y mercados. Adicionalmente, en esta investigación se presenta una descripción de las tendencias a nivel tecnológico que podrán ser implementadas.

Palabras clave: agrícola, alimentos, cadenas de suministro, paz.

Clasificación JEL: R58.

¹ Fundación Universitaria Agraria de Colombia, Facultad de Ingeniería, Calle 170 # 54 A 10, Bogotá, Colombia

Analysis of Agricultural Supply Chains Within the Framework of the Peace Agreement in Colombia”

Abstract

The peace Agreement is a historical and relevant event for Colombia, which has an impact on all the dimensions of the country, after the armed conflict, the opportunities for social and economic improvement, the provision of the best scenario of the last 50 years. In this context, the effects of the Agreement are analyzed, in agricultural supply chains in terms of processes, distribution, dynamics and interaction of the links, the impact on the level of economy and markets, finally, a description of the trends at the technological level that can be implemented.

Keywords: agricultural, food, supply chains, peace.

JEL classification: R58.

Introducción

El conflicto armado entre el Gobierno de Colombia y el principal grupo armado ilegal, denominado Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia (FARC), se caracterizó por el control territorial que ocasionó que muchos municipios estuvieran aislados del resto del país, dicho control se concentraba no solo en el aspecto bélico, sino también en lo político, económico y social, lo que limitaba el acceso a carreteras, productos y comercio. Pero después de la firma del acuerdo de paz en el año 2016, se presentaron grandes cambios que comenzaron con los proyectos de inversión en comunidades rurales, en la etapa denominada como posconflicto.

El acuerdo pone fin a uno de los conflictos más antiguos del mundo e incluye la adaptación de los excombatientes a la vida civil, mediante capacitación y procesos de reincorporación, un plan de erradicación y sustitución de cultivos ilícitos y la inversión en proyectos para la comunidad rural y el agro. Asimismo, contempla que las familias desplazadas retornen a sus tierras a trabajar en producción agrícola y la extracción sostenible de recursos.

En este documento, se analizan los efectos del acuerdo de paz en las cadenas de suministro (CS) a nivel estratégico y operativo, teniendo en cuenta que el fin del conflicto revela grandes desafíos. La tesis fundamental es que hay un conjunto de oportunidades para el mejoramiento de los mercados y negocios rurales; por ejemplo, el hecho de no tener restricciones de ingreso a los municipios y corregimientos, el tránsito libre y seguro de carga por carreteras y el no pago de impuestos ilegales, se debe ver reflejado en la calidad de vida de la población y la reducción de tiempo y costos en sus logísticas internas.

Acuerdo de paz y cadenas de suministro

Después de más de 50 años de intenso conflicto armado, el Gobierno de Colombia y las FARC logran en 2016 configurar y firmar

un acuerdo de paz que brinda lineamientos esenciales para la reactivación social y económica del sector rural, dentro de ellos, se identifican componentes de las CS que son importantes para analizar a nivel teórico, desde el punto de vista de los intereses investigativos de la ingeniería industrial como aporte a la construcción de paz, ruralidad y sostenibilidad en el posconflicto. En este sentido, en el acuerdo firmado se establecen los planes nacionales para la Reforma Rural Integral (RRI), que en el área de mercadeo se definen como:

La promoción de asociaciones solidarias, incluyendo las asociaciones de mujeres rurales, para comercialización que provean información y logística, administren los centros de acopio y promuevan los productos del campo, dando especial atención a las áreas priorizadas, de manera que se minimice progresivamente la intermediación, se reduzca el precio final al consumidor, se propicien relacionamientos directos entre quienes producen y consumen, y se creen condiciones para garantizar mejores ingresos para los productores y productoras. (Gobierno Nacional de Colombia, 2016, p. 26)

De tal manera, se enuncian varios procesos de la cadena de suministro, entre ellos la producción, el almacenamiento, la distribución y la comercialización, así como diferentes eslabones como productores, intermediarios y clientes. A nivel económico y de mercados se habla de oferta, demanda, producto, plaza, promoción y precio. Estos conceptos proporcionan la ruta de desarrollo del presente capítulo.

Procesos de la cadena de suministros en el contexto del acuerdo de paz

La cs está conformada por un conjunto de actores que proporcionan, producen o distribuyen productos, con el objetivo de llegar a los consumidores finales con el mejor desempeño, el cual no solo incluye el tiempo, el costo o las necesidades reales del cliente, sino también la responsabilidad con la sociedad y el

medio ambiente, en un claro compromiso con la sostenibilidad. En el caso del sector rural, cobra relevancia la variable de ser perecible, dada la naturaleza de los alimentos y la medida de desempeño asociada las pérdidas, que se presentan en los diferentes eslabones y sobre todo en la última milla.

A nivel de producción agrícola, las necesidades varían mucho según la región, el clima, el tamaño de los cultivos y la infraestructura disponible (Wunderlich y Martínez, 2018) attention has been drawn to the increasingly alarming rates of food loss and waste (FLW; sin embargo, es necesario incluir a estas necesidades, el efecto en el productor por causa del conflicto armado. Se observa que debido a las dinámicas del desplazamiento forzado, los agricultores tomaron la decisión de tener cultivos de corto plazo, porque en cualquier momento podían perder la inversión, también un subconjunto de los campesinos decidieron dedicarse al ganado o a cultivos más pequeños, incluso ilícitos (Castillo Garcés y López Martínez, 2018). En el año 2018, se identificó y cuantificó la Frontera Agrícola Nacional, la cual se estimó en 36 685 402 hectáreas, que equivalen al 32,30% del área continental del país, de este potencial solo se cultiva el 20,71%, es decir, alrededor de 7,6 millones de hectáreas (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria, 2018), de manera que, al implementarse lo que dice el apartado étnico del acuerdo de paz:

La adjudicación de predios y procedimientos de formalización se hará con destino a la constitución, creación, saneamiento, ampliación, titulación, demarcación, restitución y resolución de conflictos de uso y tenencia de las tierras. Se entenderá para el caso de los

pueblos étnicos que la función ecológica de la propiedad y las formas propias y ancestrales de relacionamiento con el territorio se antepone a la noción de in explotación (Gobierno Nacional de Colombia, 2016, p. 181).

Se beneficia a la población que por diversas razones salieron de sus territorios y podrían retornar para ejercer un uso responsable de las áreas definidas para cultivos y así disminuir la gran subutilización de suelo apto para la producción agrícola que tiene el país, que para cada departamento es diferente dada su geografía y cantidad de territorios protegidos; por ejemplo, para los departamentos que tuvieron la mayor presencia y accionar de las FARC, se muestra su correspondiente porcentaje de frontera agrícola en la tabla 1.

En el proceso logístico que implica la recepción, clasificación, almacenamiento y movimiento de productos en una unidad física acondicionada, además se gestionan los inventarios y pedidos para la correspondiente distribución. En este tema, el acuerdo establece los centros de acopio para los productos del campo, los cuales deben estar articulados a las dinámicas de siembra de cada departamento. En la actualidad, se cuenta con 13 centrales de abasto masivo de alimentos en el país, es decir, hay cobertura de solo el 40,62% del total de departamentos, lo que brinda un campo de acción importante, aplicando técnicas de macro y microlocalización. La mayoría de centrales entraron en funcionamiento antes del año 2000, por lo tanto, es necesario realizar y actualizar los estudios de cobertura, oferta y demanda. El listado de centrales de abasto se muestra en la tabla 2.

Tabla 1. Frontera agrícola por departamento con presencia de las farc

Departamento de presencia	Porcentaje de frontera agrícola
Arauca	68
Cesar	62
Tolima	58
Huila	55
Meta	40
Norte de Santander	36
Cauca	36
La Guajira	32
Nariño	22
Putumayo	20
Caquetá	18
Chocó	8
Guaviare	5

Fuente: elaboración propia con información de Unidad de Planificación Rural Agropecuaria, 2018; Defensoría del Pueblo de Colombia, 2017.

Tabla 2. Principales centrales de abastecimiento de alimentos de Colombia

Nombre central de abasto	Ubicación	Inicio de operación
Corabastos	Bogotá D. C.	1972
Cavasa	Candelaria, Valle del Cauca	1974
Mercados de Armenia SA Mercar	Armenia, Quindío	1983
Mercasa	Pereira, Risaralda	1986
Central Mayorista de Antioquia CMA	Itagüí, Antioquia	1987
Granabastos	Soledad, Atlántico	1988
Centroabastos	Bucaramanga	1989
Cenabastos	Cúcuta, Norte de Santander	1991
Corporación de Abastos del Llano S.A.	Villavicencio, Meta	1992

Central de Abastos de Sincelejo	Sincelejo, Sucre	1995
Surabastos	Neiva, Huila	1997
Mercabastos	Valledupar, Cesar	1998
Central de Abastos Duitama SA	Duitama, Boyacá	2011

Fuente: elaboración propia con información de la Red Nacional de Centrales de Abasto, 2017.

La comercialización hace referencia al conjunto de actividades que permiten la divulgación, negociación y transacción de productos entre oferentes y demandantes, dadas las dinámicas del mercado, y que usualmente está integrada por intermediarios que facilitan el acercamiento de los productos al cliente final, en este sentido, su protagonismo en el sector rural implica el reconocimiento de los diferentes participantes que interactúan en la economía, para el desarrollo rural y la transformación integral del campo.

El acuerdo resalta las asociaciones solidarias, cooperativas y asociaciones de mujeres rurales como mecanismos sociales para disminuir la intermediación, pero se reconocen las necesidades de apoyo técnico y financiero, sobre todo para las que están involucradas en el abastecimiento de alimentos. Desafortunadamente, en la cs que hay entre el productor de alimentos y el consumidor final, los que se quedan con los principales márgenes de ganancia son los intermediarios, porque el campesino agricultor vende sus productos a un precio que genera una utilidad muy baja e incluso nula.

La distribución en el posconflicto

La logística de distribución incluye los procesos necesarios para llevar mercancías desde los productores o centros de suministro, hasta un conjunto de centros de consumo. Al modelarse el sistema como un grafo o una red, se tiene un conjunto de nodos origen conectados mediante arcos, a un conjunto de nodos destino. Entre los objetivos principales se encuentran: minimizar

los costos totales de transporte, las distancias o el tiempo. Aunque en la CS de los productos perecederos se requiere de una gestión eficiente en términos de recolección y distribución, no obstante, los modelos desarrollados en la actualidad buscan minimizar (adicional a los costos) aspectos ambientales como las emisiones de gases de efecto invernadero (Darestani y Hemmati, 2019); sin embargo, en la distribución, el proceso de transporte es el más costoso para Colombia.

Antes de la firma del acuerdo de paz, la mayoría de empresas en Colombia, sobre todo en sitios de difícil acceso, asumían servicios de seguridad y vigilancia adicional para la distribución de sus productos y empleaban entre el 4 % y el 6 % de su presupuesto anual total, lo que se sumaba a otros pagos exigidos ilegalmente (Arizabaleta Domínguez et al., 2019). Estos municipios, al demandar productos en el país y requerir de logística de distribución, coincidían con ser los de mayor calidad de suelo y, a nivel demográfico, tenían una estructura de tierra más concentrada en población (Nieto-Matiz, 2019), de forma que los pagos se transformaron en una especie de gastos fijos adicionales que se incrementaban en función de la cantidad de veces que se debía transitar por la zona y que, de no ser pagados, generaban graves represalias por parte del grupo insurgente.

Después del acuerdo, es importante implementar modelos de gestión de inventarios y transporte que consideren las distancias entre los diferentes actores de la CS, las carreteras, la flota de vehículos adecuada y los tiempos

de aprovisionamiento, considerando las restricciones de capacidad, la oferta, la demanda, el formato perecible, entre otras, con los objetivos de minimizar costos o maximizar utilidades, dado que no se tendrán que incluir pagos por extorsión. En este sentido, para las CS agroalimentarias es fundamental considerar la gestión del inventario del producto que está sujeto a deterioro. Por lo tanto, se deben tomar decisiones de inventario y ruteo para demandas de alimentos con comportamiento estocástico. Entre las medidas de desempeño están: la cantidad de inventario, el número de viajes, las distancias y el desperdicio (Onggo et al., 2019). Para resolver estos problemas, se han formulado diferentes modelos y enfoques de solución, como el desarrollado por Rohmer, Claassen y Laporte (2019), que consiste en un programa lineal entero mixto que se resuelve mediante una meta heurística adaptativa de búsqueda grande de vecindad. La propuesta de Rahbari et al. (2019) es un modelo de programación lineal entera mixta con robustez para el tiempo de viaje de los vehículos de salida y la vida útil de los productos, que disminuye el desperdicio y maximiza la frescura. El enfoque de Xu et al. (2019) es un modelo multiobjetivo de programación no lineal entera mixta e incluye un algoritmo que disminuye notablemente el consumo de combustible en una CS, sin pérdida significativa en la satisfacción del cliente y para la

solución se aplica un algoritmo genético mejorado de clasificación no dominado. Otro enfoque es el diseño de una red verde para las CS de circuito cerrado de productos perecederos en condiciones de incertidumbre a nivel de demanda y calidad. Se aplica un modelo bi-objetivo de programación lineal entera mixta, que minimiza el costo y la contaminación ambiental, el cual se compara con un modelo robusto que se resuelve empleando una heurística eficiente que proporciona mejores resultados (Qiu, Qiao y Pardalos, 2019).

Por otra parte, desde la firma del acuerdo ha disminuido el número de vehículos incinerados en carreteras nacionales, como se muestra en la figura 1. Esta era una problemática severa del conflicto que afectaba principalmente al pequeño transportador, quien podía perder todo su capital. En términos de seguros, existe una cobertura estatal con ciertas condiciones, donde los daños a los vehículos eran cubiertos únicamente si estaban transitando por carreteras en concesión, lo cual no incluye las vías rurales. Así, el vehículo deberá ir con carga, aunque la misma no será cubierta, por lo tanto, en los lapsos que no lleva carga está desamparado y la cobertura únicamente será total cuando el evento armado se avise a la población en general y provenga de un grupo subversivo, en otro caso será máximo del 90 %.

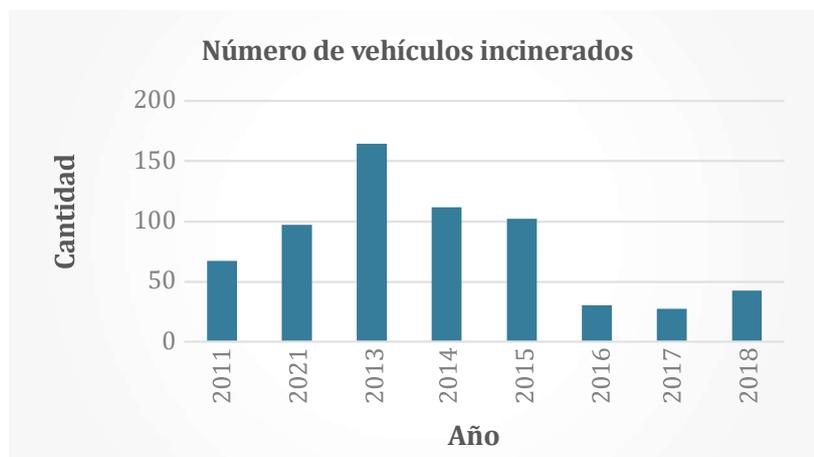


Figura 1. Números de vehículos incinerados en el periodo 2011-2018

Fuente: elaboración propia.

En cuanto a la cobertura geográfica del conflicto armado con las FARC, su incidencia fue de impacto nacional, sin embargo, hubo un conjunto de departamentos más afectados: un total de 13, que corresponden al 40,62% del total de los departamentos de Colombia, como se ilustra en la figura 2. Las extorsiones por transitar por vías pertenecientes a estos departamentos incluían diferentes modalidades, entre ellas: llamadas o escritos para las empresas transportadoras exigiendo un pago

elevado de varios millones de pesos, cobro directo al transportista en la carretera mediante retenes o detenciones ilegales con intimidación y amenazas, otra modalidad fue exigir pago a multinacionales y grandes empresas del sector petrolero por cada vehículo o barril que se sacará de los pozos (Rettberg et al., 2018). Aunque la mayoría de las empresas que hacían estos pagos ilegales no estuvieron dispuestas a aceptar públicamente que incurrieron en estas prácticas, hay suficiente evidencia para saberlo.

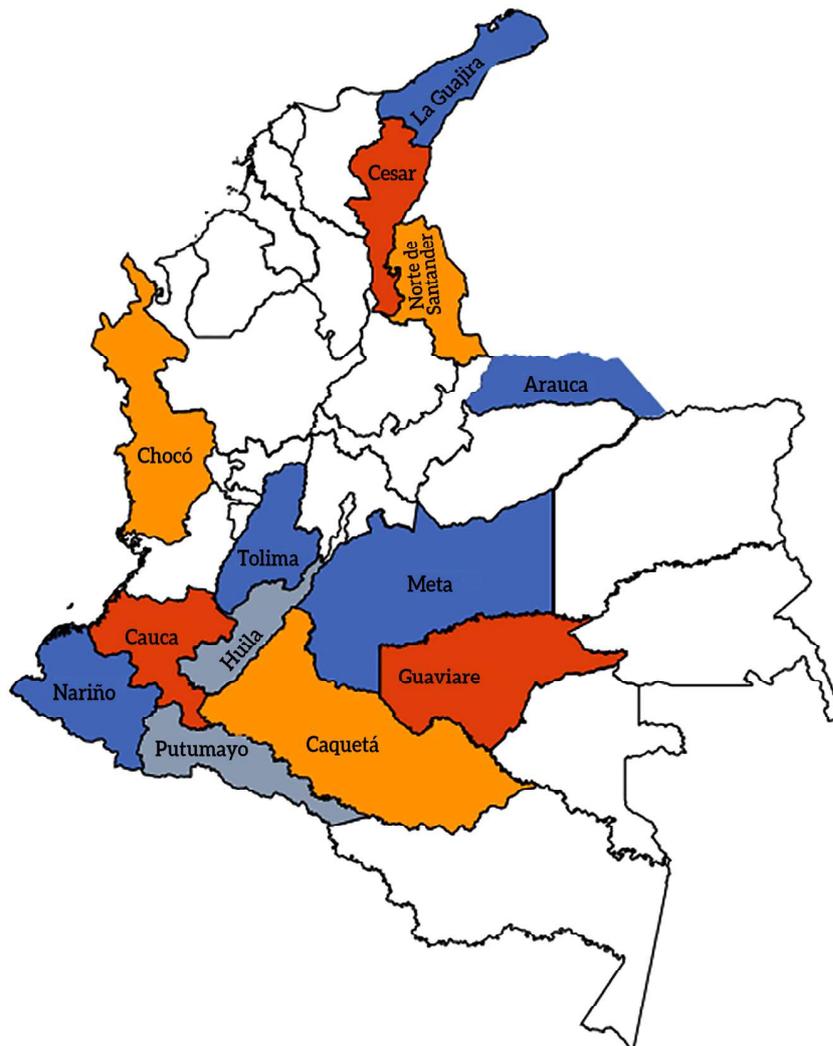


Figura 2. Principales departamentos de Colombia con presencia de las FARC antes de la firma del acuerdo de paz

Fuente: elaboración propia con información de Defensoría del Pueblo de Colombia, 2017.

Eslabones de la cadena de suministro

En el acuerdo se establece la interacción entre los eslabones productores, mayoristas, minoristas y clientes. Resaltando que es necesario disminuir el poder y el número de intermediarios, porque dada la dinámica de negociación que predomina en el país, el eslabón más rentable, que se queda con el mayor beneficio, es el de los comercializadores, sin embargo, el eslabón que incurre en los mayores costos e incluso con pérdidas ha sido históricamente el de los pequeños agricultores (Baquero-Melo, 2017).

Aunque en la actualidad se observa una marcada polarización en la sociedad y una implementación de los acuerdos con muchos interrogantes, hay grupos de población que se han fortalecido en la defensa de los derechos humanos, la sostenibilidad con énfasis en la preservación de la selva amazónica, las garantías laborales para el empleo principalmente rural, a nivel de la seguridad alimentaria, la restitución de tierras a las familias que fueron desplazadas para la reactivación de cultivos, proyectos agrícolas que optimicen la CS y agricultores que tengan el liderazgo de la comercialización (Paetau, 2019).

Se resaltan dos aspectos fundamentales del acuerdo, en cuanto al eslabón de los productores: el primero corresponde a una reforma agraria con el componente crítico de la distribución de tierras y el segundo es la política de drogas que considera los programas de fumigación aérea y de sustitución de cultivos (Tellez, 2019). En ambos interactúan participantes de la CS, que se han caracterizado por ser relegados: las mujeres, los jóvenes, los afrocolombianos e indígenas y que a su vez han sido los más afectados por el conflicto armado, dada su baja participación política, una exclusión social y económica permanente que, a pesar de generar ingresos, el Banco Mundial establece que el 42 % de la población rural colombiana vive en condiciones de pobreza extrema (Pettersson, Högladh y Öberg, 2019); sin embargo, el desafío en el uso adecuado de la tierra y el acceso a los recursos naturales del país

se confronta con el comercio ilícito de la minería de oro, causante de un incremento desmedido de la deforestación de bosques y tierras de cultivo, pero el fenómeno se presenta porque el agricultor o campesino percibe ganancias incluso mayores a las del cultivo de hoja de coca (Prager y Hameleers, 2018).

A nivel de clientes y consumidores, se observa que después de los agricultores, estos son el eslabón más afectado, porque asumen la mayoría de sobrecostos, problemas de calidad e incumplimiento, que se refleja en el precio final de los productos que pueden llegar hasta cinco veces más que el pagado al productor. Entre las causas de este fenómeno, adicionales a un importante número de intermediarios, está el problema de las distancias, porque más del 60 % de los municipios productores están lejos de las principales ciudades, lo que implica traslados que toman varias horas y que son realizados por una infraestructura vial con grandes deficiencias que afecta los costos, como lo refleja la Encuesta Nacional de Logística realizada por el Departamento Nacional de Planeación en el año 2018, donde el 81,7 % de los costos logísticos totales se debe a los componentes de almacenamiento y transporte, por lo tanto, es urgente proyectar el mejoramiento integral del sector agrícola, dadas las condiciones planteadas en el acuerdo, para que sea un eje fundamental en la economía del país.

Economía y mercados

La capacidad del estado para garantizar los derechos socioeconómicos es un gran reto, debido a flagelos como la desigualdad, la corrupción y los delitos económicos, que están vinculados con la raíz del conflicto. Así, la paz exige, para su implementación, medidas de justicia redistributiva, responsabilidad por crímenes vinculados a la violencia económica y la corrupción (Montoya Londoño y Vallejo Mejía, 2018). En este sentido, las oportunidades a nivel económico y de mercados que presenta la finalización del conflicto armado, tras la firma del

acuerdo, son determinantes para los indicadores de competitividad del país.

A nivel mundial, una de las metas para el Desarrollo Sostenible a 2030 es la reducción del 50% del desperdicio per cápita, que se genera en los eslabones de venta y consumo, asimismo, reducir la pérdida de alimentos en la producción, que incluye las pérdidas poscosecha y en los demás eslabones de intermediación; sin embargo, el compromiso de Colombia frente a esta problemática se ha evidenciado con el Programa Desperdicio Cero, liderado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, la campaña *#YoNoBotoComida*, desarrollada en redes sociales por la Asociación de Bancos de Alimentos de Colombia, quien también implementó un modelo de logística de devoluciones para evitar la contaminación y

optimizar el tiempo de vida útil de alimentos rescatados (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2017).

En términos del producto interno bruto (PIB), a nivel de agricultura, que incluye los cultivos agrícolas transitorios y permanentes, así como actividades relacionadas, se observan incrementos durante los últimos cinco años, como se muestran en la figura 3. Lo cual es positivo para los propósitos y metas del acuerdo, en el sentido de implementar estrategias para la expansión de la producción en el campo, que generen puestos de trabajo, impactando en la tasa de desempleo. Asimismo, las CS agrícolas deberán crecer, con el fin de satisfacer niveles más altos de demanda, dada la distribución de los cultivos por la geografía del país.

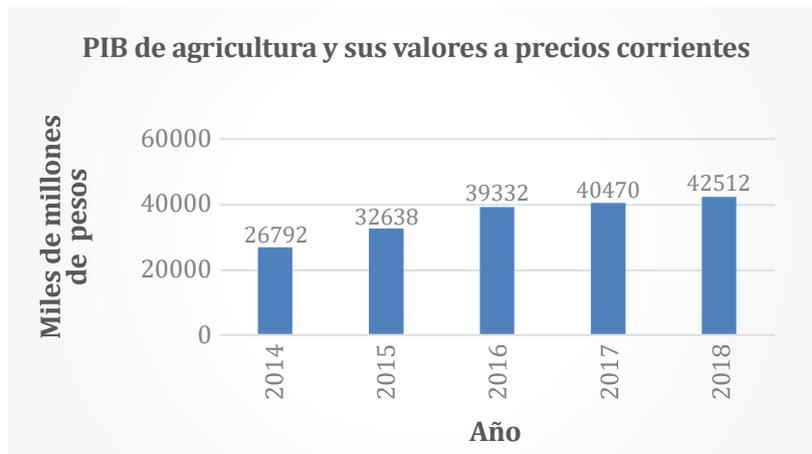


Figura 3. PIB de agricultura en el periodo 2014-2018

Fuente: elaboración propia con información del DANE, s. f.

Sin embargo, al analizar el porcentaje de la agricultura en el PIB total, este no supera el 5%, como se puede observar en la figura 4. De manera que el agro como sector tiene las mejores posibilidades para liderar el crecimiento económico, aprovechando las ventajas comparativas y competitivas de los

diferentes territorios. Que el porcentaje sea bajo indica que los problemas de la tierra en términos de subutilización, tenencia, desplazamiento forzado y uso para la ganadería extensiva, así como la migración masiva a las ciudades, la falta de incentivos, apoyos y garantías para el agricultor, entre otros, deben tratarse con

políticas pertinentes para su solución. No obstante, en el acuerdo se ratifica la importancia del sector agrícola como impulso al desarrollo y mejoramiento económico del país. El compromiso adquirido por el Estado en cabeza de la Agencia

de Renovación del Territorio es implementar la RRI, como programa estratégico que permita satisfacer la demanda interna e incrementar las exportaciones de productos agrícolas.

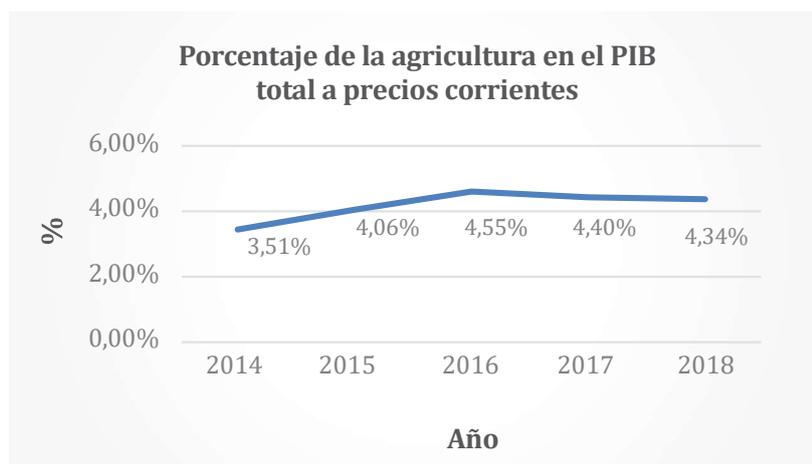


Figura 4. Porcentaje de la agricultura con respecto al PIB total

Fuente: elaboración propia con información de DANE, s. f.

Antes, el control político y económico se expresaba con la demostración de poder contra el adversario y el mando territorial, por parte del estado o la guerrilla, en cuanto a la toma de decisiones e impuestos, en la mayor cantidad posible de municipios y departamentos del país (Ríos, 2018), lo que ocasionaba que la población civil terminara en la mitad de la confrontación, con las peores consecuencias e incluso siendo usada como escudo en los combates, por lo tanto, la preocupación no era el trabajo y los cultivos, sino la supervivencia. Así, el campo perdió las oportunidades de crecimiento y competitividad, y requiere de una urgente reactivación.

El acuerdo es reiterativo en la necesidad de implementar una economía campesina, que ubica en el sistema agrario a la pequeña propiedad familiar y la cooperativa agrícola, para que los campesinos tengan acceso a la propiedad de la tierra, que se enlaza con las CS

agrícolas, al establecer dos lineamientos: el primero fue la consolidación de un mercado local campesino para el autosuministro de los productos demandados a nivel rural, priorizando los municipios más afectados por el conflicto, y el segundo fue la generación de alianzas para integrar el campo con las ciudades, satisfaciendo un porcentaje de la demanda en las ciudades cercanas (Iglesias y Jiménez, 2018).

Aunque la concepción de territorio contemplada en el acuerdo sigue trazando la línea entre lo rural y lo urbano, entre el centro y la periferia, persiste la necesidad de equilibrar y democratizar la interacción entre los distintos territorios (De Vera, 2018). Por ejemplo, por medio de educación y formación en sostenibilidad, respeto por la biodiversidad y uso de energías renovables, que son desafíos de los mercados actuales, sobre todo en las zonas urbanas, donde la igualdad y la equidad social

tienen otro contexto con respecto a la dinámica rural (Del Pozo Serrano, Jiménez Bautista y Barrientos Soto, 2018).

Por otro lado, las empresas son actores fundamentales en la consolidación del acuerdo, mediante la ejecución de proyectos de paz empresarial que puedan ser replicables y que permitan la participación activa, reduciendo los indicadores de violencia y pobreza en las comunidades más vulnerables (Miklian y Medina Bickel, 2018); que aporten al crecimiento económico del agro, aprovechando, entre otras cosas, la ubicación estratégica del país, dado que a nivel geoespacial, Colombia cuenta con salida a dos océanos y es atravesado por tres cordilleras, lo que permite la generación de nuevos negocios y emprendimientos rurales como el turismo ornitológico, ya que el país cuenta con la mayor diversidad de especies de aves del mundo y se ha caracterizado en los últimos años por ser un destino clave para el turismo de observación, especialmente de especies endémicas y raras, lo que representa una oportunidad para combatir la pobreza y promover la conservación ambiental en los municipios rurales del posconflicto (Ocampo-Peñuela y Winton, 2017).

La paz es un proceso espacial y dinámico, en lugar de una condición fija o estática, ya que depende del tiempo, se complica con la violencia y puede ser interpretado de múltiples maneras. La paz también está conformada por los cambios políticos, económicos, sociales y culturales e incluso puede ser parte de un discurso político para reprimir o liberar (Courtheyn, 2018). En este sentido, el apoyo de la población a las conversaciones de paz tuvo dos características a nivel individual predominantes: sus preferencias políticas y la exposición al conflicto, no obstante, variables demográficas como el nivel de educación, la religión y la residencia rural fueron importantes para dicha percepción (Liendo y Braithwaite, 2018), lo que generó una clara polarización en el sentido de apoyar o no el acuerdo, de tal manera que el proceso de implementación se enfrenta a grandes desafíos, con una sociedad civil

que hace muchos cuestionamientos y algunos sectores que siguen impulsando el uso de la confrontación armada y la eliminación física de los opositores, con la premisa de que el Estado debe tener el monopolio de la defensa armada. También se resalta como reto el problema de la tenencia de la tierra, después de las secuelas del desplazamiento forzado, considerado como uno de los más grandes y graves en la historia del mundo (Tiusabá Gómez y López, 2019).

Tecnología y tendencias para la CS agrícola

La implementación del acuerdo posibilita el incrementar el uso de herramientas tecnológicas en las CS agrícolas, para mejorar la calidad y cantidad de la producción agrícola y la seguridad alimentaria, así como gestionar los recursos hídricos y minimizar la deforestación.

En este apartado se hace una recopilación de las tendencias y herramientas disponibles para el sector agrícola a nivel mundial.

La tecnología de visión artificial garantiza el aumento de la producción de cultivos, mediante el uso de técnicas automatizadas, no destructivas y rentables, que permiten la integración con algoritmos y estadísticas de aprendizaje automático, para el análisis espectral de imágenes de los cultivos (Rehman et al., 2019).

Las máquinas de aprendizaje se aplican a los modelos de agricultura mundial, mediante la inclusión del comportamiento de los procesos y actores de los sistemas alimentarios, para predecir escenarios futuros del uso de tierras y recursos que no son visibles en los modelos convencionales, y se obtiene una proyección de los sistemas agroalimentarios sostenibles para el año 2050 (Dorin y Joly, 2019).

La inteligencia artificial (IA) se aplica en la agricultura para la solución de los problemas en la siembra en cuanto a: infestación por enfermedades, falta de gestión de almacenamiento,

control de plaguicidas, manejo de malezas, falta de instalaciones de riego y drenaje. Asimismo, se están generando modelos de redes neuronales artificiales, automatización, redes de sistemas inalámbricos e implementación de lógica difusa (Jha et al., 2019).

La tendencia global de la agricultura es transformarse de un requerimiento intensivo de mano de obra a sistemas de mecanización y producción, en este contexto, la robótica puede encargarse de realizar tareas no estandarizadas, como la recolección de frutas o la detección de cultivos, lo que implica que los robots en muchos casos trabajarán en colaboración con los humanos (Marinoudi et al., 2019).

La utilización de vehículos eléctricos autónomos renovables en el sector agrícola es esencial para aumentar la eficiencia y la independencia energética. La producción de energía verde en las fincas podría acelerar el uso de vehículos eléctricos, lo que llevaría a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, sin embargo, se requiere mejorar las tecnologías de almacenamiento de energía, los sistemas de orientación y ubicación inteligentes e incluso desarrollar vehículos conectados a bases de datos e internet de las cosas, con nuevos sensores y algoritmos de operación (Ghobadpour et al., 2019).

La tecnología de *blockchain* permite hacer transacciones financieras entre partes no confiables, sin la necesidad de intermediarios como bancos, aunque es emergente, es una tecnología que garantiza una CS de alimentos transparente y sostenible, que ofrece varios beneficios que conducen a mejoras en el desempeño total, al reducir el alto número de intermediarios, los pagos retrasados y los altos plazos de entrega de las transacciones, pero aún existen desafíos que involucran aspectos técnicos, educación, políticas y marcos regulatorios (Kamilaris, Fonts y Prenafeta-Boldú, 2019).

Los sensores de redes inalámbricas permiten el monitoreo de los cultivos usando

múltiples agentes y nodos, que tienen capacidades de detección, computación y comunicación inalámbrica, el nodo sensor detecta los datos y actualiza la base de datos. El sistema se compone de dispositivos estáticos y móviles, cámaras y otros dispositivos sensoriales que registran el pH del suelo, la humedad, la temperatura, el humo, entre otros (Bhanu, Bhaskara Reddy y Hanumanthappa, 2019).

El análisis de *big data* tiene el potencial de cambiar la agricultura convencional estructurada en procesos hacia una agricultura más inteligente basada en datos y constituye una herramienta de participación de todos los actores involucrados en las CS agroalimentarias, para la creación conjunta de valor que considere las motivaciones de los agricultores y los demás actores, sin embargo, se deben establecer reglas que faciliten la extracción y el intercambio equitativo de valor de los datos (Lioutas et al., 2019).

La aplicación de vehículos aéreos no tripulados (drones) a la agricultura es determinante para el mejoramiento del monitoreo de los cultivos y terrenos, ya que es posible obtener imágenes y fotografías en tiempo real, con la rapidez y precisión que no proporciona la supervisión tradicional. Los drones permiten recibir información actualizada y efectiva, y dan la oportunidad de crear o actualizar mapas electrónicos y modelos 3D con coordenadas exactas de todos los objetos, además, es posible realizar el monitoreo de suelos, condiciones del cultivo, sistemas de riego, calcular índices de vegetación, pronosticar los rendimientos, detectar parcelas erosivas o secas y hacer trazabilidad de la calidad del producto durante la cosecha (Hovhannisyan, Efendyan y Vardanyan, 2018).

Por otra parte, el internet de las cosas es fundamental para la expansión de la agricultura inteligente, ya que permite a los agricultores monitorear en tiempo real los terrenos agrícolas, por medio de sensores inteligentes y sistemas de visualización, asimismo, proporciona

recomendaciones y orienta las acciones correctivas inmediatas, con el fin de garantizar la calidad de los cultivos. También se emplean sistemas de predicción para analizar problemas relacionados con la humedad y la temperatura del suelo, y optimiza la CS de alimentos, ya que permite a los agricultores maximizar el beneficio de los productos vendidos (dos Santos et al., 2019).

La agricultura de precisión implica la automatización de procesos agrícolas y la utilización de tecnologías de la información. Permite la aplicación racional de insumos y recursos en términos de lugar, tiempo y cantidad, para optimizar la producción. Se utiliza monitoreo en línea de parámetros como la humedad y temperatura del suelo, para la asignación del agua de riego, fertilizantes, herbicidas y pesticidas. Por ejemplo, el riego tradicional se realiza sin conocimiento preciso del suelo, lo cual ocasiona un suministro de agua sin ningún cálculo preciso para las plantas, lo que da como resultado, desperdicio de agua y un riego desigual para los cultivos (Hamouda y Msallam, 2018).

No obstante, en el caso de Colombia, el uso de tecnología para el agro es bajo, como lo muestra el estudio realizado en el marco de un convenio de cooperación tripartito entre el Ministerio de Educación Nacional (MEN), el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), que ilustra las cualificaciones del sector agropecuario del primer eslabón de las cadenas productivas de café, plátano, cacao y ganadería bovina (Ministerio de Educación Nacional, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2017). En este documento se estableció que el periodo de tiempo de los factores de cambio y los cambios tecnológicos son el producto de los resultados encontrados en el ejercicio de prospectiva laboral cualitativa. El tiempo de apropiación de los factores de cambio implica que el 70% de los productores incorporen la tecnología al proceso

productivo, para promover el desarrollo de una oferta productiva, educativa, pertinente y de calidad, que responda a los requerimientos y a las necesidades sociales, regionales y laborales del sector. Según ese mismo documento, la tendencia tecnológica a 10 años en el sector agrícola en Colombia será el uso de:

- Sensores remotos y automatización de riego.
- Herramientas biotecnológicas, fitosanitarias o transferencia de métodos y técnicas para identificar la vocación y el uso del suelo, con el objeto de garantizar sostenibilidad ambiental.
- Técnicas y métodos de manejo orientados al uso racional del agua en procesos de producción para productos agropecuarios.
- Sistemas que permitan conocer la fisiología, la producción y el rendimiento para la gestión agrícola de cultivos.

Como se ha planteado, hay disponibilidad de desarrollos científicos y tecnológicos para los diferentes eslabones de las CS agrícolas, todos con el objetivo de mejorar alguna medida de desempeño asociada a la competitividad del sector. Aunque el país cuenta con ventajas comparativas en términos de extensión de suelos productivos, pisos térmicos y condiciones climatológicas, es necesario implementar estas herramientas, que sin lugar a duda ayudarán a los diferentes actores a optimizar sus procesos y, de forma general, a garantizar una producción agrícola de vanguardia en términos de calidad, seguridad alimentaria y sostenibilidad, en el contexto de los beneficios del acuerdo firmado en La Habana, Cuba.

Conclusiones

Después de la firma del acuerdo de paz en el año 2016, entre el Estado de Colombia y las FARC, hay un ambiente propicio para el cambio,

sobre todo a nivel rural, donde la implementación implica asignar recursos para inversiones en proyectos productivos y sociales, principalmente orientados a los municipios más afectados por la guerra, por lo tanto, la población rural será la protagonista en la etapa del posconflicto.

Entre las condiciones del conflicto armado destacan que muchos municipios estuvieron aislados del resto del país, a nivel armado, político, económico y social, lo que ocasionó limitaciones para el acceso a bienes y servicios. Por ende, los efectos del acuerdo de paz para las CS agrícolas son un conjunto de oportunidades para la economía en general, que incluyen el libre y seguro tránsito por las carreteras y el no pago de impuestos ilegales, que mejoran la calidad de vida de la población, minimizando pérdidas de alimentos, tiempos y costos logísticos, en los diferentes eslabones y sobre todo en la última milla.

Para la distribución, el acuerdo establece los centros de acopio para los productos del campo, lo que implica realizar estudios de cobertura para el aumento de las 13 centrales de abasto masivo de alimentos en el país.

A nivel de comercialización, el acuerdo establece como mecanismos sociales para disminuir la intermediación, la creación y el fortalecimiento a nivel técnico y financiero de asociaciones solidarias, cooperativas y asociaciones de mujeres rurales, priorizando las que estén involucradas en el abastecimiento de alimentos, esto debido a que en la CS de alimentos, los que se quedan con los principales márgenes de ganancia son los intermediarios y no el campesino agricultor, quien vende sus productos a un precio con bajas utilidades.

El PIB de agricultura ha tenido un comportamiento creciente durante los últimos años, lo cual es una fortaleza para los propósitos y las metas del acuerdo y las estrategias para la expansión de la producción del campo.

La agricultura de precisión, el uso de drones, sensores, robots, vehículos autónomos, internet de las cosas, *big data*, entre otras herramientas, son claves para el desarrollo de la producción agrícola en Colombia, sin embargo, su implementación en la actualidad es mínima y se requiere de apoyo del gobierno para la divulgación y la realización de pruebas piloto en diferentes zonas del país.

El reto del acuerdo en materia de desarrollo agrícola es la rápida implementación de los programas y proyectos priorizados, que debe comenzar con la asignación de responsables, tiempos y recursos, porque no se puede desconocer que aún hay presencia y actuación de diferentes grupos armados ilegales en sectores rurales, incluso las denominadas disidencias, que pueden desdibujar el panorama y avance del posconflicto.

El principal gestor de la paz ha sido el campesino colombiano, quien a pesar de soportar las más cruentas consecuencias de la confrontación armada, ha procurado fomentar la tranquilidad, el respeto y el perdón, siendo ejemplo de trabajo y compromiso, que ha garantizado la seguridad alimentaria del país, a pesar del escaso apoyo gubernamental y el retraso tecnológico.

Referencias

- Arizabaleta Domínguez, S. L., López Cañon, S. B. y Ochoa Cubillos, A. F. (2019). Ética empresarial, responsabilidad social empresarial y construcción de paz: análisis para el postconflicto. *Revista Lumen Gentium*, 2(1), 24-35. <https://doi.org/10.52525/lg.v2n1a2>
- Baquero-Melo, J. (2017). Vulnerabilidad socioecológica y socioeconómica en cadenas de valor agrícola. El caso de la producción del plátano en Colombia. *Revista Latinoamericana de Estudios Rurales*, 2(3), 96-127. <http://www.ceil-conicet.gov>

- ar/ojs/index.php/revistaalasru/article/view/198
- Bhanu, K. N., Bhaskara Reddy, T. y Hanumanthappa, M. (2019). Multi-agent based context aware information gathering for agriculture using Wireless Multimedia Sensor Networks. *Egyptian Informatics Journal*, 20(1), 33-44. <https://doi.org/10.1016/j.eij.2018.07.001>
- Castillo Garcés, A. y López Martínez, J. C. (2018). El sector rural en Colombia: entre la producción agropecuaria y los cultivos de uso ilícito 2010-2014. *Criterio Jurídico Garantista*, 11(18), 97-110. <https://doi.org/10.26564/21453381.800>
- Courtheyn, C. (2018). Peace geographies: Expanding from modern-liberal peace to radical trans-relational peace. *Progress in Human Geography*, 42(5), 741-758. <https://doi.org/10.1177/0309132517727605>
- Darestani, S. A. y Hemmati, M. (2019). Robust optimization of a bi-objective closed-loop supply chain network for perishable goods considering queue system. *Computers & Industrial Engineering*, 136, 277-292. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.07.018>
- De Vera, F. H. (2018). Peace process and regional challenges in Colombia. *Araucaria*, 20(39), 341-363. <https://doi.org/10.12795/araucaria.2018.i39.17>
- Defensoría del Pueblo de Colombia. (2017). *Las amenazas y las extorsiones: desafío a la paz territorial*. Defensoría del Pueblo. http://desarrollos.defensoria.gov.co/desarrollo1/ABCD/bases/marc/documentos/textos/Las_amenazas_y_las_extorsiones_-_Desafio_a_la_paz_territorial.pdf
- Del Pozo Serrano, F. J., Jiménez Bautista, F. y Barrientos Soto, A. (2018). Social pedagogy and social education in Colombia: how to build a community culture of peace in the post-conflict era. *Zona Próxima*, 29, 32-51. <https://doi.org/10.14482/zp.29.0004>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (s. f.). *Producto Interno Bruto -PIB- nacional trimestral*. DANE. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-trimestrales/historicos-producto-interno-bruto-pib>
- Dorin, B. y Joly, P. B. (2019). Modelling world agriculture as a learning machine? From mainstream models to AgriBiom 1.0. *Land Use Policy*, 96, 103624. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.09.028>
- dos Santos, U. J. L., Pessin, G., da Costa, C. A. y da Rosa Righi, R. (2019). AgriPrediction: A proactive internet of things model to anticipate problems and improve production in agricultural crops. *Computers and Electronics in Agriculture*, 161, 202-213. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.10.010>
- Ghobadpour, A., Boulon, L., Mousazadeh, H., Malvajardi, A. S. y Rafiee, S. (2019). State of the art of autonomous agricultural off-road vehicles driven by renewable energy systems. *Energy Procedia*, 162, 4-13. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2019.04.002>
- Gobierno Nacional de Colombia. (2016). *Acuerdo final para la terminación del conflicto y la construcción de una paz estable y duradera*. https://www.cancilleria.gov.co/sites/default/files/Fotos2016/12.11_1.2016nuevoacuerdofinal.pdf
- Hamouda, Y. y Msallam, M. (2018). Variable sampling interval for energy-efficient heterogeneous precision agriculture using Wireless Sensor Networks. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 32(1), 88-98.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319157818301204>

- Hovhannisyan, T., Efendyan, P. y Vardanyan, M. (2018). Creation of a digital model of fields with application of DJI phantom 3 drone and the opportunities of its utilization in agriculture. *Annals of Agrarian Science*, 16(2), 177-180. <https://doi.org/10.1016/j.aasci.2018.03.006>
- Iglesias, E. S. y Jiménez, V. S. (2018). Peace and the solution to the problem of the field in Colombia: A comparative analysis in the peace agreement and the national development plan. *Araucaria*, 20(39), 365-387.
- Jha, K., Doshi, A., Patel, P. y Shah, M. (2019). A comprehensive review on automation in agriculture using artificial intelligence. *Artificial Intelligence in Agriculture*, 2, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.aiaa.2019.05.004>
- Kamilaris, A., Fonts, A. y Prenafeta-Boldú, F. X. (2019). The rise of blockchain technology in agriculture and food supply chains. *Trends in Food Science & Technology*, 91, 640-652. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.034>
- Liendo, N. y Braithwaite, J. M. (2018). Determinants of Colombian attitudes toward the peace process. *Conflict Management and Peace Science*, 35(6), 622-636. <https://doi.org/10.1177/0738894218787783>
- Lioutas, E. D., Charatsari, C., La Rocca, G. y De Rosa, M. (2019). Key questions on the use of big data in farming: An activity theory approach. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 91-92(1), 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.04.003>
- Marinoudi, V., Sørensen, C. G., Pearson, S. y Bochtis, D. (2019). Robotics and labour in agriculture. A context consideration. *Biosystems Engineering*, 184, 111-121. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2019.06.013>
- Miklian, J. y Medina Bickel, J. P. (2018). Theorizing business and local peace building through the "footprints of peace" coffee project in rural Colombia. *Business & Society*, 59(4). <https://doi.org/10.1177/0007650317749441>
- Ministerio de Educación Nacional, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2017). *Marco Nacional de Cualificaciones, sector Agropecuario*. Mineducación. https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-362822_recurso.pdf
- Montoya Londoño, C. y Vallejo Mejía, M. (2018). Development vs peace? The role of media in the law of victims and land restitution in Colombia. *Media, War and Conflict*, 11(3), 336-357. <https://doi.org/10.1177/1750635217710677>
- Nieto-Matiz, C. (2019). Democracy in the countryside: The rural sources of violence against voters in Colombia. *Journal of Peace Research*, 56(2), 264-278.
- Ocampo-Peñuela, N. y Winton, R. S. (2017). Economic and conservation potential of bird-watching tourism in postconflict Colombia. *Tropical Conservation Science*, 10. <https://doi.org/10.1177/1940082917733862>
- Onggo, B. S., Panadero, J., Corlu, C. G. y Juan, A. A. (2019). Agri-food supply chains with stochastic demands: A multi-period inventory routing problem with perishable products. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 97. <https://doi.org/10.1016/j.simpat.2019.101970>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2017). *Pérdidas y desperdicios de Alimentos en*

- América Latina y el Caribe*. FAO. <http://www.fao.org/3/a-i7248s.pdf>
- Paetau, M. (2019). The Colombian peace process and the complexity of violence: A sociocybernetic observation. *Current Sociology*, 67(4), 611-624. <https://doi.org/10.1177/0011392119837570>
- Pettersson, T., Högladh, S. y Öberg, M. (2019). Organized violence, 1989-2018 and peace agreements. *Journal of Peace Research*, 56(4), 589-603. <https://doi.org/10.1177/0022343319856046>
- Prager, A. y Hameleers, M. (2018). Disseminating information or advocating peace? Journalists' role perceptions in the face of conflict. *Journalism*, 22(2). <https://doi.org/10.1177/1464884918791788>
- Qiu, Y., Qiao, J. y Pardalos, P. M. (2019). Optimal production, replenishment, delivery, routing and inventory management policies for products with perishable inventory R. *Omega*, 82, 193-204. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2018.01.006>
- Rahbari, A., Nasiri, M. M., Werner, F., Musavi, M. M. y Jolai, F. (2019). The vehicle routing and scheduling problem with cross-docking for perishable products under uncertainty: Two robust bi-objective models. *Applied Mathematical Modelling*, 70, 605-625. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2019.01.047>
- Red Nacional de Centrales de Abasto. (2017). *Red Nacional de Centrales de Abasto*. http://www.centralesdeabastos.com.co/index.php?option=com_content&view=article&id=648&Itemid=15
- Rehman, T. U., Mahmud, M. S., Chang, Y. K., Jin, J. y Shin, J. (2019). *Current and future applications of statistical machine learning algorithms for agricultural machine vision systems*. *Computers and Electronics in Agriculture*, 156, 585-605. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.12.006>
- Rettberg, A., Leiteritz, R. J., Nasi, C. y Prieto, J. D. (2018). *¿Diferentes recursos, conflictos distintos?: La economía política regional del conflicto armado y la criminalidad en Colombia*. Universidad de los Andes. <https://doi.org/10.30778/2018.05>
- Ríos, J. (2018). From war to peace: Understanding the end of the armed conflict in Colombia. *Rationality and Society*, 30(4), 463-490. <https://doi.org/10.1177/1043463118759672>
- Rohmer, S. U. K., Claassen, G. D. H. y Laporte, G. (2019). A two-echelon inventory routing problem for perishable products. *Computers & Operations Research*, 107, 156-172. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2019.03.015>
- Tellez, J. F. (2019). Peace agreement design and public support for peace: Evidence from Colombia. *Journal of Peace Research*, 56(6). <https://doi.org/10.1177/0022343319853603>
- Tiusabá Gómez, B. H. y López, C. (2019). Elementos estructurales y coyunturales de una implementación conflictiva del Acuerdo de Paz entre el Gobierno colombiano y las FARC-EP. *Estudios Políticos*, 55, 224-244. <https://doi.org/10.17533/udea.espo.n55a11>
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria. (2018). *Identificación general de la frontera agrícola en Colombia*. UPRA. https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Projects_Documents/IDENTIFICACION%20GENERAL%20DE%20LA%20FRONTERA%20.pdf

Wunderlich, S. M. y Martinez, N. M. (2018). Conserving natural resources through food loss reduction: Production and consumption stages of the food supply chain. *International Soil and Water Conservation Research*, 6(4), 331-339. <http://dx.doi.org/10.1016/j.iswcr.2018.06.002>

Xu, Z., Elomri, A., Pokharel, S. y Mutlu, F. (2019). A model for capacitated green vehicle routing problem with the time-varying vehicle speed and soft time windows. *Computers & Industrial Engineering*, 137, 106011. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106011>