



Colección Análisis y Reflexiones en torno al Sector Agropecuario

Articulación territorial de nuevas variedades de frijol biofortificado en los sistemas de producción del Caribe seco: aproximación metodológica

Yanine Roza Leguizamón

Andrés Felipe Zabala Perilla

Adriana Patricia Tofiño Rivera

AGROSAVIA
EDITORIAL

Colección Análisis y Reflexiones en torno al Sector Agropecuario

Articulación territorial de nuevas variedades de frijol biofortificado en los sistemas de producción del Caribe seco: aproximación metodológica

Yanine Rozo Leguizamón

Andrés Felipe Zabala Perilla

Adriana Patricia Tofiño Rivera

AGROSAVIA
EDITORIAL

Mosquera, Colombia, 2019

Rozo Leguizamón, Yanine

Articulación territorial de nuevas variedades de frijol biofortificado en los sistemas de producción del Caribe seco: aproximación metodológica / Yanine Rozo Leguizamón; Andrés Felipe Zabala Perilla y Adriana Patricia Tofiño Rivera -- Mosquera, (Colombia) : AGROSAVIA, 2019.

98 páginas (Colección Análisis y Reflexiones en torno al Sector Agropecuario)

Incluye referencias bibliográficas, tablas y fotos

ISBN E-book: 978-958-740-311-4

1. Frijol 2. *Phaseolus vulgaris* 3. Variedades de alto rendimiento 4. Sostenibilidad 5. Análisis de riesgos 6. Relaciones entre extensión-investigación 7. Agricultura sostenible 8. Cesar (Colombia) I. Zabala Perilla, Andrés Felipe II. Tofiño Rivera, Adriana.

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura Agrovoc
Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA)

Centro de Investigación Motilonia. Kilómetro 5 vía a Becerril, Agustín Codazzi, Cesar. Código postal 202050, Colombia.

Centro de Investigación La Suiza. Sede Cúcuta. Calle 6N Número 1AE-196 Ceiba II Cúcuta, Norte de Santander. Código postal: 540003, Colombia.

Esta publicación es resultado de los proyectos de Corpoica (actualmente AGROSAVIA) *Liberación de variedades de frijol biofortificado en el esquema productivo del Caribe seco, Plan de vinculación de la oferta tecnológica frijoles biofortificados, dos modelos productivos de frijol para el Caribe colombiano, Análisis socioeconómico, tecnológico y de mercado de las principales hortalizas cultivadas en la región Caribe de Colombia y Obtención de variedades comerciales y de mercado campesino de frijol tolerante a alta temperatura bajo sistemas productivos sostenibles en el Caribe colombiano.*

Colección:

Análisis y Reflexiones en torno al Sector Agropecuario

Fecha de recepción: 14 de marzo de 2019

Fecha de evaluación: 15 de marzo de 2019

Fecha de aceptación: 13 de mayo de 2019

Publicado octubre de 2019

Preparación editorial

Editorial AGROSAVIA

editorial@agrosavia.co

Editora: Liliana Gaona García

Corrección de estilo: Andrés Castillo Brieva

Diagramación: Diego Alejandro Abello Rico

Diseño: Oficina Asesora de Comunicaciones, Identidad y Relaciones Corporativas, AGROSAVIA

Nota: A partir de mayo de 2018, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria cambió su acrónimo Corpoica por AGROSAVIA.

Citación sugerida: Rozo-Leguizamón, Y., Zabala-Perilla, A. F., & Tofiño-Rivera, A. P. (2019). *Articulación territorial de nuevas variedades de frijol biofortificado en el Caribe seco: aproximación metodológica*. Mosquera, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Cláusula de responsabilidad: AGROSAVIA no es responsable de las opiniones e información recogidas en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, y declaran, en este último supuesto, que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación; igualmente, declaran que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros relativa a los derechos de autor u otros derechos que se hubieran vulnerado como resultado de su contribución.

Línea de atención al cliente: 018000121515

atencionalcliente@agrosavia.co

www.agrosavia.co

DOI:

<https://doi.org/10.21930/agrosavia.investigacion.7403114>



https://co.creativecommons.org/?page_id=13

Agradecimientos	11
Presentación	13
Introducción	15

Capítulo I

Articulación territorial de nuevas variedades de frijol biofortificado y sus sistemas productivos en el Caribe seco: aproximación metodológica	19
--	----

Capítulo II

Aproximación a la construcción metodológica para la articulación en el Caribe seco de las nuevas variedades y sus sistemas de producción	21
Definición de los núcleos productivos de frijol	21
Identificación de zonas de aptitud para el cultivo de frijol en la subregión	22
Evaluación de las condiciones socioeconómicas de la producción de frijol a partir de talleres con productores	23
Estructuración de costos de producción mediante los talleres de consenso	23
Análisis de riesgo financiero o de ingresos disponibles (simulaciones de Montecarlo)	24
Evaluación de la sostenibilidad de las fincas frijoleras de San José de Oriente, La Paz	25
Mapeo de actores clave en el departamento del Cesar	25

Capítulo III

Resultados relevantes de la investigación: estudio de caso con variedades de frijol biofortificado	27
--	----

Contexto normativo	27
Zonas aptas para el cultivo de frijol	28
Definición de núcleos productivos del frijol	31
Evaluación, mediante talleres, de las condiciones socioeconómicas de la producción de frijol	34
Estructuración de costos de producción mediante talleres de consenso	38
Análisis de riesgo financiero (simulaciones de Montecarlo)	39
Análisis financiero y de ingreso disponible	41
Análisis de riesgo agrícola	42
Evaluación de la sostenibilidad de las fincas	46

Capítulo IV

Propuesta de cadena de suministro de frijol a partir de los talleres de consenso	55
Mapeo de actores e indicadores	57
Densidad	60
Centralidad	61
Centralización	62
Indicador de cobertura	63
Escenarios para la promoción del frijol en el departamento del Cesar	67
Recomendaciones	77
Los autores	81
Referencias	83
Anexo	90

Lista de figuras

Figura 1	Mapa de áreas aptas para el cultivo de frijol en el departamento del Cesar	30
Figura 2	Promedio de área cosechada en hectáreas (ha) de los municipios productores de frijol del Cesar, periodo 2007-2017	31
Figura 3	Promedio anual de rendimiento del cultivo de frijol en toneladas por hectárea (t/ha) para los municipios del Cesar, periodo 2007-2017	32
Figura 4	Comparativo de promedios anuales de área sembrada por municipio entre las EVA del periodo 1996-2015 y el CNA 2014	33
Figura 5	Tenencia de la tierra de los productores de frijol en el corregimiento de San José de Oriente, municipio de La Paz (Cesar)	35
Figura 6	Porcentaje de acceso a crédito de los productores de frijol del corregimiento de San José de Oriente, municipio de La Paz (Cesar), según talleres locales de consenso	36
Figura 7	Variable acceso a crédito según el registro del CNA 2014 y según los productores de frijol del corregimiento San José de Oriente, municipio de La Paz (Cesar)	36
Figura 8	Acceso a asistencia técnica agropecuaria, según talleres de consenso llevados a cabo en el corregimiento de San José de Oriente, municipio de La Paz (Cesar)	37
Figura 9	Porcentaje de la cosecha destinado al autoconsumo del grupo familiar, según productores del corregimiento de San José de Oriente, municipio de La Paz (Cesar)	38
Figura 10	Histórico de precios año por año del frijol Zaragoza en la plaza mayorista de Valledupar	41
Figura 11	Distribuciones de probabilidad del análisis costo-beneficio ACB de los sistemas frijol Zaragoza y frijol biofortificado en un escenario de agricultura empresarial	43
Figura 12	Simulación de Montecarlo para los frijoles Zaragoza y biofortificado con esquema de producción empresarial e inclusión de costos no monetarios	44

Figura 13	Simulación de Montecarlo para los frijoles Zaragoza y biofortificado con esquema de producción familiar sin costos no monetarios	45
Figura 14	Análisis de sostenibilidad de las fincas de productores de frijol de San José de Oriente, municipio de La Paz (Cesar)	49
Figura 15	Cadena de suministro de frijol Zaragoza en el corregimiento de San José de Oriente y propuesta de encadenamiento para el frijol biofortificado en ciclos cortos agroalimentarios	56
Figura 16	Red de relaciones interinstitucionales para el fortalecimiento del frijol biofortificado en el departamento del Cesar	58
Figura 17	Salida con los resultados de promedio y desviación de densidad de la red de actores relevantes que se relacionan de forma variable con la cadena de suministro de frijol	61
Figura 18	Salida de relacionamiento de cada actor referido en los talleres de productores de la cadena de suministro de frijol común en el Cesar	62
Figura 19	Grados de centralización de entrada y salida de la red de actores relevantes que se relacionan de forma variable con la cadena de suministro de frijol	63
Figura 20	Selección de actores con mayor influencia en la red de actores relevantes que se relacionan de forma variable con la cadena de suministro de frijol	64
Figura 21	Opción 1 identificada en los talleres con productores para alcanzar 100 % de cobertura de la red de actores relevantes que se relacionan de forma variable con la cadena de suministro de frijol	64
Figura 22	Opción 2 identificada en los talleres con productores para alcanzar 100 % de cobertura de la red de actores relevantes que se relacionan de forma variable con la cadena de suministro de frijol	65

Figura 23	Opción 3 identificada en los talleres con productores para alcanzar 100 % de cobertura de la red de actores relevantes que se relacionan de forma variable con la cadena de suministro de frijol	65
Figura 24	Opción 4 identificada en los talleres con productores para alcanzar 100 % de cobertura de la red de actores relevantes que se relacionan de forma variable con la cadena de suministro de frijol	66
Figura 25	Arreglo multiestrato basado en frijol, Centro de Investigación Motilonia, Codazzi, Cesar	76
Figura 26	Arreglo multiestrato con énfasis en frijol	76

Lista de tablas

Tabla 1	Calificación de aptitud y rangos por variable para frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	29
Tabla 2	Cuantificación de áreas de aptitud para el cultivo de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) en el departamento del Cesar	30
Tabla 3	Resumen de las estructuras de costos empresarial y familiar para el municipio de La Paz (Cesar)	40
Tabla 4	Indicadores de sostenibilidad, con sus respectivas subcategorías, evaluados en ocho fincas de productores frijoleros de San José de Oriente, municipio de La Paz (Cesar)	47
Tabla 5	Fortalezas y debilidades de las Unidades Productivas Agropecuarias (UPA) y del cultivo de frijol común en San José de Oriente, municipio de La Paz (Cesar)	50
Tabla 6	Evaluación cuantitativa de las condiciones que provocan la vulnerabilidad por área en las fincas frijoleras de San José de Oriente, municipio de La Paz (Cesar)	53
Tabla 7	Tecnología local de producción de frijol en San José de Oriente, municipio de La Paz (Cesar)	54
Tabla 8	Listado de actores asociados al cultivo, consumo e información del frijol común en el departamento del Cesar	59

Agradecimientos

Los autores declaran no presentar conflictos de intereses. Se expresa especial agradecimiento a Stephen Beebe del CIAT, por el trabajo colaborativo para el desarrollo de la variedad; y a Douglas Gómez y María Gregoria Ledesma, por su contribución a la revisión del documento. También a Solmarina Torres, concejala del municipio de La Paz (departamento del Cesar), por su apoyo al desarrollo de la investigación. El presente trabajo forma parte de los resultados del proyecto *Obtención de variedades comerciales y de mercado campesino de frijol tolerante a alta temperatura bajo sistemas productivos sostenibles en el Caribe colombiano*, desarrollado al interior de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) y financiado conjuntamente por esta entidad y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR).



Presentación

La revolución verde se basó en el desarrollo de variedades altamente productivas en zonas de vida amplias. Los agroecosistemas se modificaban para favorecer la expresión fenotípica de tales variedades a partir de prácticas de cultivo con fuerte impacto ambiental, como adición alta de agroinsumos, sobrelaboreo del suelo y riego de baja eficiencia (Benítez & Miranda, 2013). La modificación de los ambientes para mejorar el rendimiento de variedades mejoradas condujo en buena medida a los actuales problemas ambientales que se registran a nivel global. En respuesta a estos problemas, el mejoramiento genético ha desarrollado variedades con adaptación específica a ciertas condiciones ambientales, acopladas con estrategias de manejo de bajo impacto ambiental para la reconversión de la agricultura convencional hacia el manejo sostenible y la agroecología (Holt & Altieri, 2013).

En la actualidad, el gran reto del país es la zonificación agroecológica de cultivos como estrategia para enfrentar un clima variante entre años y el cambio climático global (Ortiz, 2012). En este sentido, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) ha contribuido con metodologías que confluyen en una agricultura climáticamente inteligente, que promueve la selección de variedades para determinadas zonas con ventajas comparativas de acuerdo con las necesidades del cultivo y la oferta bioclimática (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [Corpoica], 2016). El presente documento va un paso más allá ya que incorpora elementos de lectura del territorio con el fin de facilitar la inserción de nuevas variedades tanto en los sistemas productivos locales como a nivel comercial, utilizando como modelo las variedades de frijol biofortificado Corpoica Rojo 39 y Corpoica Rojo 43 y sistemas o modelos productivos basados en los criterios de la agricultura sostenible.



AGROSAVIA



Introducción

Además del clima variante y la periodicidad cada vez más corta de los fenómenos climáticos extremos, hoy día la producción agrícola enfrenta otras limitaciones. Una de las más relevantes es la desertificación de las zonas cálidas, resultado de factores múltiples, entre los cuales sobresalen la variabilidad climática y la inadecuada actividad antrópica (Granados, Hernández, Vázquez, & Ruiz, 2013). Es fundamental, por tanto, promover en estas zonas vulnerables como el Caribe seco colombiano, el establecimiento de cultivos que conserven y mejoren la calidad del suelo y demanden consumos moderados de agua (Altieri & Nicholls, 2017). En este sentido, el frijol es un cultivo con tradición productiva en zonas de ladera del departamento del Cesar, que forma parte de la canasta básica regional, y las variedades mejoradas registradas para esta zona por AGROSAVIA y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT-Programa de Mejoramiento de Frijol, liderado por Stephen Beebe) presentan alta calidad nutricional, tolerancia al déficit hídrico, buen desempeño agronómico y positivos y documentados efectos sobre la calidad del suelo (Melo, Ariza, Lissbrant, & Tofiño, 2015).

Estas consideraciones son fundamentales en el momento de abordar las variedades sembradas en el Caribe seco colombiano, dado que, para esta región, se proyectan incrementos de temperatura y cambios en el régimen de precipitación que van a alterar las zonas agroclimáticas consideradas aptas para muchos cultivos. Ante los futuros cambios estacionales, es muy posible que dichos cultivos (entre ellos los de frijol) demanden una mayor flexibilidad de los sistemas agrícolas (Alarcón & Pabón, 2013; Lau, Jarvis, & Ramírez, 2011). Es por lo anterior que en los planes de desarrollo de los departamentos del Caribe se consigna la mitigación y la adaptación al cambio climático como línea de investigación priorizada para productos de la canasta básica (Banco Interamericano de Desarrollo [BID] & Gobernación del Atlántico, 2011; Del Castillo, Fonseca, Mantilla, & Mendieta, 2012). En este sentido, recientemente se ha indicado que la implementación de prácticas agroecológicas en los cultivos incrementa la resiliencia al cambio y a la variabilidad climática (Altieri & Nicholls, 2017).

Cabe anotar aquí que, a pesar de las ventajas que ofrece la promoción de la siembra de frijol en el Caribe seco frente a vectores como el impacto ambiental y la seguridad alimentaria, existen limitantes técnicas que en conjunto afectan la competitividad del cultivo. El rendimiento en la ecorregión es inferior a los registros nacionales, factor que está asociado a elementos de manejo del cultivo como pérdida de cosechas debido al clima, presión alta de limitantes bióticos y abióticos, carencia de tecnologías de riego de bajo costo, conocimiento limitado de los requerimientos hídricos específicos de cada variedad, reducida fertilidad del suelo, poca disponibilidad de agroinsumos específicos para cultivar el producto a bajo costo, escasa oferta de materiales mejorados e inadecuado manejo del grano en cosecha y poscosecha (Arias, Rengifo, & Jaramillo, 2007; Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [AGROSAVIA], 2018b; Melo et al., 2015). También se identifican limitaciones normativas y gremiales, dado que otro elemento crítico es la carencia de sistemas regionales de producción de semillas de alta calidad (Gallego, Ligarreto, Garzón, Oliveros, & Rincón, 2010).

A pesar de estas limitantes técnicas y normativas, el frijol común sigue siendo cultivado por los productores de ladera del Caribe seco. Se mantiene en el tiempo como un componente variable en el área de siembra, asociado principalmente a los sistemas de agricultura familiar, si bien aún no está descrita la racionalidad productiva que sustenta el mantenimiento de este cultivo en el imaginario socioambiental del territorio (Berdoulay, 2012). La articulación de las nuevas variedades de frijol biofortificado registradas para esta subregión, llevada a cabo bajo el enfoque de territorio contemplado en el Marco Estratégico Corporativo (MEC) de AGROSAVIA, considera todos los factores descritos anteriormente con el fin de aproximarse a una dimensión integral de la agroecología, en donde las variables sociales ejerzan un control crítico. Las relaciones dinámicas entre conglomerados sociales e instituciones regulan dichas variables sociales y constituyen las externalidades que determinan las ventajas comparativas de un sistema agrario frente a otros sistemas posibles, todos los cuales, finalmente, dependen del ser humano para su mantenimiento (Madera & Vargas, 2015).

El objetivo de este trabajo, por tanto, es identificar las estrategias de vinculación tecnológica y articulación productiva en el territorio de dos variedades mejoradas de frijol biofortificado, con sus respectivos modelos productivos, para facilitar su adopción sostenible. Con este objetivo en mente, se propone

una nueva metodología para identificar los nichos productivos de frijol en la Serranía del Perijá y la Sierra Nevada de Santa Marta, en el departamento del Cesar. Las estrategias planteadas son consecuentes con el marco de acción de AGROSAVIA como Motor, Actor y Soporte (MAS) del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Agropecuaria (SNCTA). El alcance de esta nueva propuesta metodológica es facilitar un eslabonamiento productivo de las variedades mejoradas dentro de un enfoque de sostenibilidad territorial y acorde con las capacidades biosociales de las unidades familiares receptoras de la semilla mejorada.



Capítulo I

Articulación territorial de nuevas variedades de frijol biofortificado y sus sistemas productivos en el Caribe seco: aproximación metodológica

El presente trabajo empieza por describir el paso a paso de una metodología que prioriza de manera secuencial las localidades, los tipos de productores, el direccionamiento del mercado y la tecnología local de producción para incrementar el impacto de nuevas variedades mejoradas. Posteriormente, se presentan los resultados alcanzados en los proyectos que dieron origen a este documento y finalmente se lleva a cabo un análisis con enfoque territorial destinado a mejorar las posibilidades de adopción de las nuevas variedades. Con el fin de probar el alcance de la propuesta metodológica, se tomaron como base las nuevas variedades de frijol biofortificado de AGROSAVIA.

En el primer capítulo, se presentan los protocolos aplicados y la secuencia metodológica seguida en la investigación que llevó a la elección del corregimiento de San José de Oriente del municipio de La Paz, en el norte del Cesar, como la zona con ventajas comparativas para promover las nuevas variedades de frijol biofortificado. En el segundo capítulo, se presentan los resultados del estudio de caso del análisis de la cadena de suministro del frijol en el norte del Cesar; se describe el índice de sostenibilidad de las fincas frijoleras de San José de Oriente de acuerdo con la tecnología local de producción, y se describe el análisis de los talleres de consenso para caracterizar las condiciones socioeconómicas, estimar los costos de producción e identificar el comportamiento del mercado del frijol a través del tiempo. A partir de la integración de los datos primarios obtenidos en el territorio y los datos secundarios provenientes de entes sectoriales de monitoreo como el Departamento Administrativo Nacional

de Estadística (DANE), la Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario Colombiano (Agronet), el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) y el observatorio de precios al consumidor, se construyó el tercer capítulo, en el que se presenta una alternativa de cadena de suministro para el frijol que promueve las microeconomías de la región, con un mayor beneficio para la agricultura familiar. Finalmente, se plantean las conclusiones del proceso realizado, en las que se indica el alcance de la nueva metodología y sus posibles limitaciones.

Capítulo II

Aproximación a la construcción metodológica para la articulación en el Caribe seco de las nuevas variedades y sus sistemas de producción

La producción de frijol en la subregión del Caribe seco se concentra principalmente en zonas de ladera de aptitud productiva intermedia de la Serranía del Perijá, la Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía de San Jerónimo. Estas zonas se sitúan en la franja altitudinal de 650 a 1.500 m s. n. m. y en ellas se manejan cultivos secundarios de frijol de tipo arbustivo de variedades locales negras y de granos rosado y rojo junto con cultivos permanentes de cacao, café y otros. Existe también un porcentaje menor de productores con vocación hortícola en el norte del Cesar, el sur del Magdalena, y el sur de La Guajira. Estos últimos cultivan el frijol dentro de un sistema de rotación que además incluye ají, cilantro, cebolla y tomate (Rozo, Tofiño, Gómez, Gómez, & Tamayo, 2018).

Definición de los núcleos productivos de frijol

Se siguió una metodología de priorización para identificar los núcleos productivos del frijol común. En primer lugar, se solicitó al DANE acceso a los microdatos del Censo Nacional Agropecuario (CNA) 2014. Posteriormente, estos microdatos se exportaron a Excel y se filtraron por medio de la Unidad de Producción Agrícola (UPA) de frijol, con lo cual se obtuvo el número de UPA por municipio en el departamento del Cesar. Finalmente, se determinaron los municipios con mayor área de frijol establecida, y esta información se contrastó con las Evaluaciones Agropecuarias Municipales

(EVA) del periodo 1996-2015 para identificar las localidades con una vocación productiva más estable.

Identificación de zonas de aptitud para el cultivo de frijol en la subregión

La aproximación consideró las variables climáticas, biofísicas y territoriales que mayor limitación ofrecen para el establecimiento del cultivo de frijol. Con base en información secundaria y en consultas a expertos, se definieron rangos de aptitud para dichas variables y se establecieron los siguientes valores para calificarlos: 3 para los rangos de aptitud alta, 2 para los de aptitud media, 1 para los de baja y 0 para los no aptos o sin aptitud. A continuación, se integraron las variables por medio de un proceso de álgebra de mapas que utiliza un cálculo aritmético sencillo, basado en una sumatoria de la aptitud por variable sobre el número de variables utilizadas. Esta aproximación se fundamenta en la construcción de capas temáticas que contienen las limitantes territoriales, edáficas y principalmente climáticas de más peso para el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). El resultado obtenido fue una definición aproximada de las zonas de aptitud para el cultivo de frijol en el departamento del Cesar.

El cálculo aritmético en el que se basó el proceso de álgebra de mapas se realizó por medio de la siguiente ecuación:

$$Aptitud = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n} = \frac{[Elev.] + [PPT] + [TMed] + [HR] + [pH]}{5}$$

Donde x_i es la variable de mayor relevancia y n el número de variables utilizadas en la aproximación (cinco en este caso).

La información utilizada correspondió a series históricas mensuales del periodo 1980-2011 sobre las variables precipitación, temperatura media y humedad relativa, y provino de la red hidrometeorológica del Ideam. Previamente, dicha información fue sometida a un proceso de control de calidad y complementación de datos faltantes, que se llevó a cabo durante la ejecución del proyecto de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), hoy AGROSAVIA, denominado Modelos de Prevención y Adaptación Agroclimática (MAPA) (2016). La información edáfica se derivó del mapa de conflictos de uso del suelo del Instituto Geográfico Agustín

Codazzi (IGAC) (2012), mientras que la elevación fue extraída del Modelo Digital de Elevación (DEM, por su sigla en inglés). Dicha elevación tiene una resolución espacial de 30 metros y fue generada por la Misión Topográfica Shuttle Radar (SRTM), de la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA, por su sigla en inglés). Posteriormente, se detallaron los umbrales de aptitud por variable de cada rango, estableciendo localización y área por hectáreas.

Evaluación de las condiciones socioeconómicas de la producción de frijol a partir de talleres con productores

Una vez verificadas las zonas priorizadas a partir del cruce de la oferta agroclimática con el histórico de siembras, se ubicaron los corregimientos de la región con mayor producción de frijol y en ellos se seleccionaron productores cuyo sistema productivo principal fuera esta hortaliza.¹ Posterior a esto, y con el fin de definir las características productivas y de mercado de los productores de la zona y de estructurar los costos de producción del cultivo de frijol (metodología de consenso), se realizaron entrevistas semiestructuradas y talleres grupales con ayuda del *software* Turning Point (Páez, M., 2015).² También se identificaron las variedades de frijol disponibles en los mercados de la región y en los campos de producción mediante visitas de verificación efectuadas por personal técnico, que incluyeron consultas a grupos divergentes de productores.

Estructuración de costos de producción mediante los talleres de consenso

Dada la diferenciación productiva —agricultura empresarial y agricultura familiar— identificada en la caracterización previa, el ejercicio de estructuración de costos se enfocó en el análisis particular de las estructuras de cada una de estas tipologías. Por una parte, para el caso de la agricultura empresarial, se calcularon los rubros planteados por Perfetti et al. (2012), dentro de los cuales se incluyeron costos financieros y costos de la tierra. Para el caso de la

1 Esta actividad fue acompañada por la Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria (UMATA) de la zona.

2 La metodología utilizó una herramienta de votación en la que los productores pudieron elegir, a través de un control (*clicker*), las opciones que se adecuaban a sus condiciones de producción. La metodología permitió, en tiempo real, hacer ajustes a las preguntas y las opciones de respuesta; discutir con los participantes la veracidad de los resultados, es decir, la realidad objeto de estudio, y votar las veces que fueron necesarias para lograr una respuesta veraz.

agricultura familiar, el levantamiento se enfocó en la subdivisión de los rubros de mano de obra, semillas e insumos en costos monetarios y costos no monetarios (también llamados “implícitos”). Para el levantamiento de los datos, en ambos casos, se convocaron diez productores con experiencia de más de diez años en el cultivo de frijol. A partir de una metodología de mesa redonda, se diligenció una matriz Excel con las actividades, materiales e insumos vinculados al cultivo, que incluyó desde la preparación del suelo y la semilla hasta la venta del producto a puerta de finca, e igualmente los precios de venta y rendimiento en t/ha.

Análisis de riesgo financiero o de ingresos disponibles (simulaciones de Montecarlo)

Con base en la estructura de costos de producción, tanto de la agricultura empresarial como de la agricultura familiar, y en los precios históricos del mercado del frijol Zaragoza, se analizaron escenarios de riesgo financiero o de ingresos disponibles para la tecnología local, y en ellos se identificó el frijol Zaragoza como el modal de la zona. A fin de contrastar el análisis de riesgo de esta tecnología, se desarrolló el mismo ejercicio con el frijol recientemente liberado por AGROSAVIA. Los datos utilizados según variedad fueron los siguientes:

- Para el frijol Zaragoza se utilizaron los costos modales de la zona, obtenidos en talleres de consenso, y la serie histórica de precios al productor (2000-2017, 2017=100) (Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario Colombiano [Agronet], s.f.).
- Para el frijol biofortificado se utilizaron los costos observados en las pruebas agronómicas realizadas con esta variedad y los precios ajustados para la misma, cuyo promedio por kilo es menor por \$300 que el reportado para el frijol Zaragoza (ejercicio realizado en plaza).

Para el caso de la agricultura empresarial se desarrolló un análisis de costo-beneficio (ACB), mientras que para el análisis de la agricultura familiar se desarrolló un análisis de ingreso disponible (ingresos totales-costo monetario).

El análisis de riesgo se llevó a cabo con simulaciones de Montecarlo, realizadas con el *software* @risk 7.0 (100.000 iteraciones). Los datos de precios utilizados en la simulación se obtuvieron del ajuste de la función de probabilidad (criterio AIC), mientras que los de costos se definieron mediante funciones triangulares

(valor menor [-5%], valor más probable, valor mayor [+5%]), cuyo valor más probable fue el reportado en los talleres o en las pruebas agronómicas. Una vez realizadas las simulaciones para los dos escenarios, se compararon las probabilidades de inviabilidad financiera y el nivel de riesgo de cada variedad.

Evaluación de la sostenibilidad de las fincas frijoleras de San José de Oriente, La Paz

Para saber si un productor aceptaba la innovación tecnológica y su nivel de sustentabilidad en su sistema productivo, se utilizó la metodología propuesta por Sarandón y Flores (2009). A las familias que recibieron la semilla de frijol biofortificado en cada una de las localidades priorizadas, se aplicó cada componente de sustentabilidad por medio de un instrumento rápido de trazadores agroecológicos. Se entrevistó a todos los miembros de la familia, y la información se verificó en campo mediante un recorrido por la finca llevado a cabo por personal técnico adscrito al proyecto.

Mapeo de actores clave en el departamento del Cesar

Los actores de la cadena de suministro de frijol identificados en Santander (Blundo, Giraldo, Gartner, Álvarez-Toro, & Pérez, 2016) sirvieron de base para identificar a los del departamento del Cesar. Se realizaron entrevistas semiestructuradas para conocer su interacción con otras entidades e individuos alrededor de la temática del frijol y determinar la intensidad del relacionamiento. En cuanto el análisis de la información, se utilizó el paquete UCINET 6 para Windows, un programa para mapear, editar y analizar redes.



La racionalidad del cultivo de frijol en la subregión del Caribe seco está asociada a su contribución al autoconsumo (30%), la disponibilidad de mano de obra familiar y la utilización de la cosecha para la alimentación de los jornaleros del café y el cacao. Por tanto, la transformación productiva del frijol común requiere la zonificación del cultivo, y para esto se debe empezar por identificar las zonas de economía campesina y las zonas de mayor aptitud para la producción comercial (Rozo, Tofiño, Gómez, Gomez, & Tamayo, 2018).

Contexto normativo

Colombia no ha sido ajena al proceso de reingeniería que han sufrido los países latinoamericanos en lo que respecta a marcos de política pública, estructuras organizacionales y consolidación de sistemas institucionales para la Ciencia, la Tecnología y la innovación (CTi) en el sector agropecuario (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [Cepal], 2016). La construcción de política pública para el sector agropecuario-agroindustrial en Colombia (SNCTA) promueve la conformación de estructuras organizacionales que consoliden la CTi en el contexto de los Sistemas Nacionales de Innovación (SNI) y el plan nacional correspondiente. AGROSAVIA también enfrenta cambios estructurales para desempeñar su papel como entidad coordinadora del SNCTA. Algunos de los cambios más relevantes se relacionan con su modelo corporativo, cuyo propósito central es mejorar la capacidad técnica del productor agropecuario mediante la vinculación de la oferta tecnológica y la gestión e integración, en redes de innovación con enfoque territorial, del conocimiento generado por los

distintos actores del sector. En su accionar como coordinador del SNCTA, y bajo su modelo corporativo, AGROSAVIA lidera la construcción del Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano (Pectia). La importancia de este plan radica en que incorpora el marco legal integral de la Política Nacional de Desarrollo Productivo (Consejo Nacional de Política Económica y Social [CONPES] 3866), y las recomendaciones de la Misión para la Transformación del Campo Colombiano en materia de CTi. También incorpora las recomendaciones hechas recientemente por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), con el fin de reforzar tanto el Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria (SNIA) como la línea de base para la gestión del conocimiento en investigación, desarrollo tecnológico e innovación (I+D+i), cuya sectorial está dinamizada por el sistema de gestión de conocimiento Siembra y el enfoque de coordinación y aprovechamiento de las capacidades del SNCTA (Flórez, Moreno, & Uribe, 2017). La aplicación del Pectia está regulada por la Ley 1876 de 2017, relativa al SNIA y sus tres subsistemas —Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario, Extensión Agropecuaria, y Formación y Capacitación para la Innovación Agropecuaria—, y su ley fue sancionada por la Corte Constitucional de Colombia en el mismo año de 2017. Este contexto normativo y político posiciona a AGROSAVIA como la entidad líder del SNIA y garantiza que su modelo corporativo sea eficiente y versátil frente a la heterogeneidad de los territorios productivos. Su modelo de redes por producto, situado dentro del marco estratégico de la red de hortalizas y plantas aromáticas, requiere disminuir la incertidumbre que genera la adopción de tecnologías, con el fin de garantizar la sostenibilidad de estas en el tiempo y el espacio. Para esto es necesario vincular desarrollos tecnológicos pertinentes, establecer las dinámicas propias de los territorios y caracterizar a sus actores (Corpoica, 2017). Uno de esos territorios es el departamento del Cesar, en donde el frijol biofortificado se presenta como un ejemplo del reto que debe enfrentar AGROSAVIA de hacer una articulación productiva de la oferta tecnológica.

Zonas aptas para el cultivo de frijol

La información obtenida de fuentes secundarias y de los expertos en el cultivo permitió establecer unos rangos para la calificación de aptitud por variable. Se asignó el valor de 3 a los rangos de aptitud alta, 2 a los de media, 1 a los de baja y 0 a los no aptos o sin aptitud (tabla 1).

Tabla 1. Calificación de aptitud y rangos por variable para frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)

Aptitud	Calificación	Elevación [Elev.] (m s. n. m.)	Precipitación [ppt] (mm)	Temperatura media [TMed] (°C)	Humedad relativa [hr] (%)	[pH]
Alta	3	600-1.300	300-550	20-23	65-80	6,5-7,5
Media	2	400-600: 1.300-1.500	550-650	15-20; 23-27	60-65; 80-85	5,5-6,5: 7,5-8,2
Baja	1	0-400	650-750	27-30	> 85	4,5-5,5
No apta	0	> 1.500	< 300; > 750	> 30	< 60	< 4,5; > 8,2

Fuente: Elaboración propia con base en datos tomados de Rozo, Tofiño, Gómez, Gómez, & Tamayo (2018)

El mapa de la figura 1 es el resultado de un análisis multicriterio que integra las variables elevación, precipitación, temperatura media, humedad relativa y pH, y muestra las áreas de aptitud para el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el departamento del Cesar. Según dicho mapa, las zonas de baja aptitud abarcan la mayor parte del departamento y dominan el centro y el sur del Cesar, con excepción de Gamarra, Aguachica y Río de Oro, que presentan aptitud media. Por su parte, las zonas de aptitud media se localizan en el norte y parcialmente en el centro del departamento, en municipios como El Copey, La Paz, Valledupar, Agustín Codazzi, Pueblo Bello y Astrea, entre otros. Coinciden en gran medida con los municipios que han tenido el mayor número de productores de frijol en los diez años del periodo 1996-2015, según datos de las EVA (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR], 2016). En los municipios de El Paso, La Jagua de Ibirico, Chiriguaná, Curumaní y Pailitas, dichas zonas no sobrepasan el 30% de la superficie total municipal. En general, el 51,04% del área total del Cesar, equivalente a 11.690,7 km², presenta aptitud media para el frijol, mientras que el 48,96%, equivalente a 11.214,3 km², presenta baja aptitud. Las áreas de aptitud alta corresponden a pequeñas porciones localizadas en el municipio de Valledupar (tablas 1 y 2).

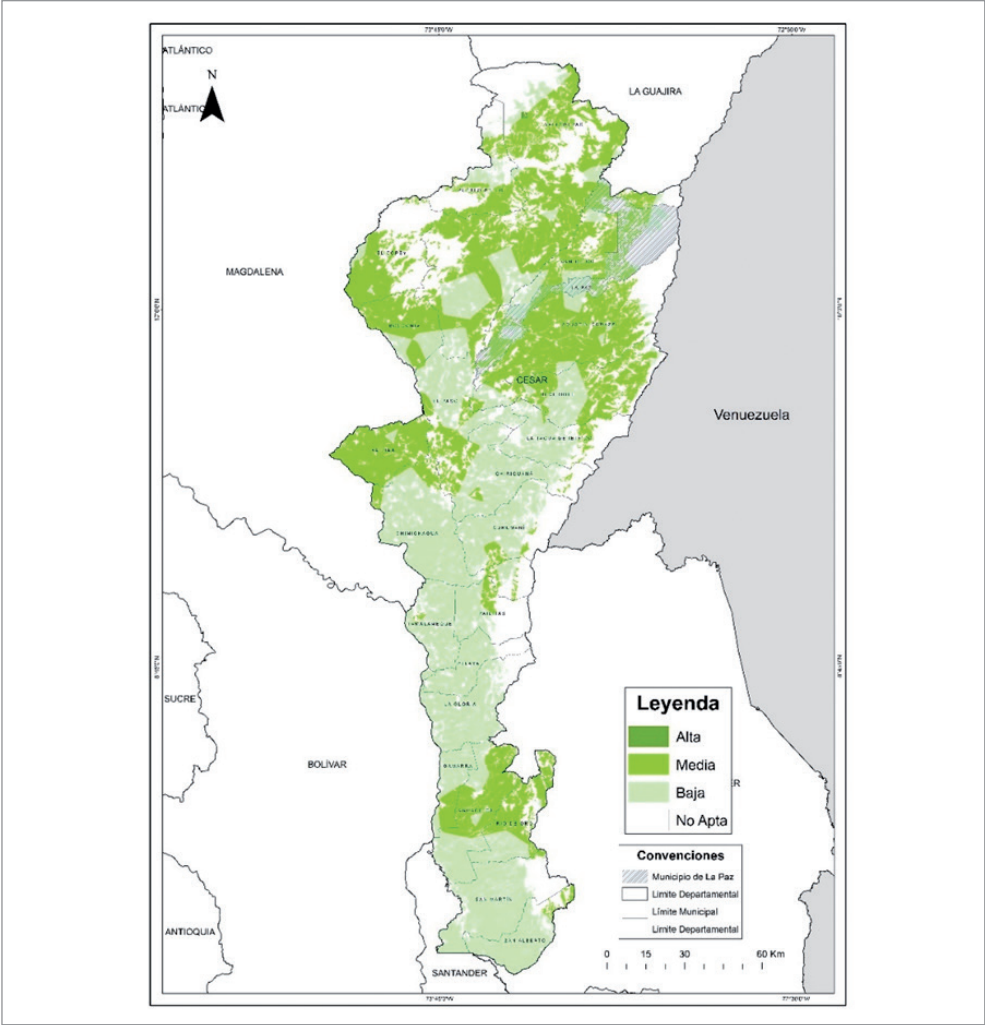


Figura 1. Mapa de áreas aptas para el cultivo de frijol en el departamento del Cesar.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Cuantificación de áreas de aptitud para el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el departamento del Cesar

Símbolo	Aptitud	Área (km2)	%
	Media	11.690,7	51,04
	Baja	11.214,3	48,96
Total		22.905,0	100,0

Nota: Los símbolos de la tabla se visualizan en la figura 1.
Fuente: Elaboración propia

Definición de núcleos productivos del frijol

El frijol fue uno de los cultivos que disminuyó su área de siembra en el país después del proceso de apertura económica. Se han identificado trece productos que redujeron sus áreas en el periodo 1990-2014, y entre ellos el sorgo fue el de mayor disminución (-98%) —otros productos fueron el frijol (-17%), la papa (-4%) y el café (-0,3%)—, aunque también se encontró que diecisiete cadenas productivas incrementaron su área de siembra, lideradas por la del ñame (687%), los frutales (405%) y la palma de aceite (362%) (MADR, 2016).

La región Caribe no está exenta de la inestabilidad sufrida por la cadena de suministro de frijol. Sin embargo, Cesar se ha mantenido como una de las zonas de mayor aporte a la producción regional en este rubro. Según AGROSAVIA (2018a), el departamento fue el de mayor producción en toneladas de los últimos cinco años (20.536,68 t), seguido de Bolívar (10.961,68 t), Magdalena (6.409,14 t), La Guajira (6.025,97 t), Córdoba (4.613,05 t) y Sucre (430,6 t).

De acuerdo con el histórico, los municipios del departamento que mantienen mayor área cosechada son La Paz, Becerril, Pueblo Bello y Valledupar (figura 2).

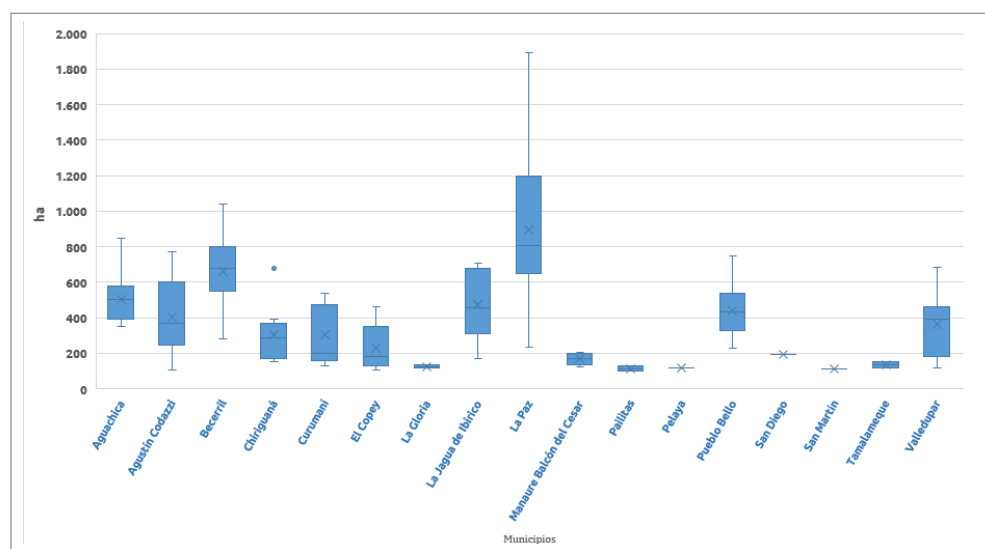


Figura 2. Promedio de área cosechada en hectáreas (ha) de los municipios productores de frijol del Cesar, periodo 2007-2017. Se incluyeron aquellos municipios cuya área mínima registrada es de 100 ha y la máxima de 1.850 ha.

Fuente: Elaboración propia con base en datos tomados de las Evaluaciones Agropecuarias Municipales (EVA) (Agronet, s.f.)

El promedio de área cosechada de cada localidad se obtuvo de los años en los que se sembraron más de 100 ha y permitió identificar la tradición productiva de municipios como La Paz, La Jagua de Ibirico, Becerril, Codazzi, Pueblo Bello y Valledupar. Estos municipios contrastan con otros cuyas áreas son incidentales, producto, probablemente, de proyectos locales de promoción del cultivo (figura 3).

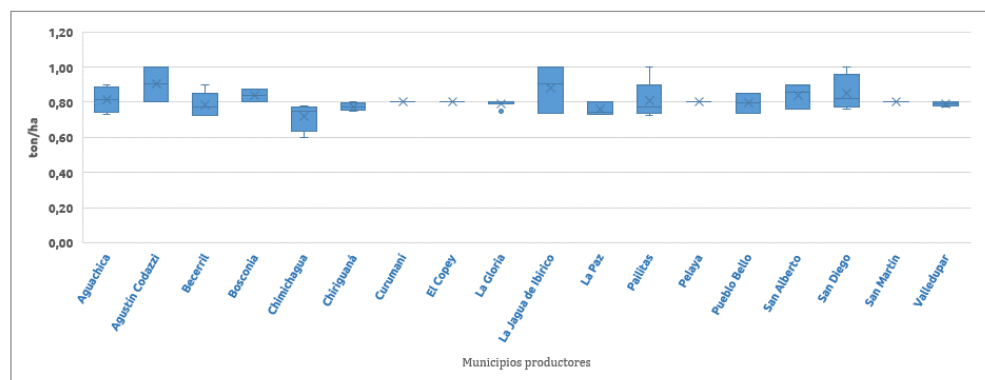


Figura 3. Promedio anual de rendimiento del cultivo de frijol en toneladas por hectárea (t/ha) para los municipios del Cesar, periodo 2007-2017.

Fuente: Elaboración propia con base en datos tomados de las EVA (Agronet, s.f.)

Según los datos históricos sobre el rendimiento del frijol, los municipios que han mantenido los promedios anuales más altos son Becerril, La Jagua de Ibirico, La Paz, Pailitas y Pelaya, con rendimientos cercanos a los 800 kg/ha. Estos rendimientos son superiores al promedio histórico del departamento (750 kg/ha), pero inferiores al promedio nacional (1,30 t/ha) (Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas [Fenalce], 2018) (figura 3).

De acuerdo con el histórico de áreas de siembra y según el CNA 2014, los municipios con mayor vocación productiva de frijol son Becerril, La Paz, Pueblo Bello y Valledupar (figuras 3 y 4).

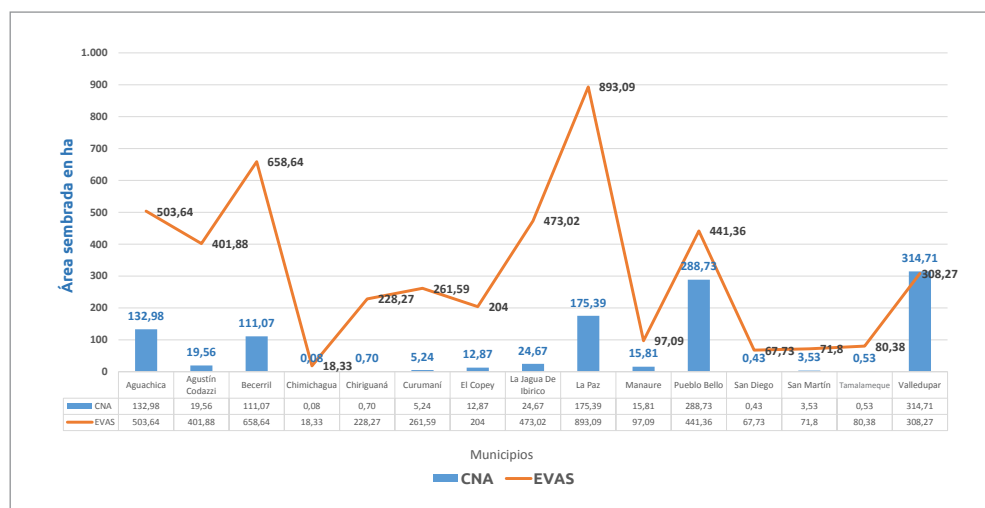


Figura 4. Comparativo de promedios anuales de área sembrada por municipio entre las EVA del periodo 1996-2015 y la CNA 2014.

Fuente: Elaboración propia con base en datos tomados de las EVA (Agronet, s.f.) y el CNA 2014 (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2016)

El cruce de las zonas de aptitud agroclimática con el histórico de áreas y rendimientos indica que los nichos productivos del frijol se ubican en el norte del Cesar, en los municipios de La Paz y Valledupar. Se seleccionó el municipio de La Paz para llevar a cabo el ejercicio de evaluación de los escenarios de eslabonamiento productivo bajo el accionar MAS del modelo de AGROSAVIA. Dado que la información ofrecida en el histórico de producción de frijol (EVA) refiere el municipio mas no la zona específica donde se concentran los lotes, se consultó con el jefe de la Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria (UMATA) del municipio de La Paz para conocer cuál es el corregimiento que concentra el mayor número de productores de frijol. El profesional indicó que el corregimiento de San José de Oriente presentaba la mayor concentración de productores permanentes de frijol. Adicionalmente, este es el único corregimiento de este municipio que presenta un casco urbano y, por tanto, se tendría la oportunidad de indagar sobre el funcionamiento de las cadenas más largas de intermediación de grano de frijol de la zona. Finalmente, este corregimiento cuenta con acceso vial pavimentado de buena calidad hasta el casco urbano de La Paz, lo cual constituye una ventaja comparativa respecto a otros corregimientos para el transporte de productos agrícolas hacia los centros de consumo.

En 2014, el Cesar registró 7.412 ha sembradas de frijol, cifra que responde a la tendencia de los cultivos transitorios a disminuir sus áreas de siembra (DANE, 2016). Esta cifra corrobora los registros de la Secretaría de Agricultura, según los cuales, en la actualidad, el área de siembra ronda las 7.000 ha (Barriga, 2018; Pertuz & Pérez, 2016). Los resultados obtenidos en el presente estudio indican que, en términos generales, la producción de frijol en la subregión del Caribe seco se realiza en zonas de ladera, a lo largo de sistemas montañosos como la Serranía del Perijá y la Sierra Nevada de Santa Marta, principalmente en zonas de aptitud intermedia (tablas 1 y 2). Además, el estudio indica que en el Cesar se cultiva especialmente frijol de tipo arbustivo, de granos rosado y rojo o de variedades locales negras que se utilizan principalmente para autoconsumo, información que es consecuente con estudios previos adelantados en la región (Tofiño et al., 2011). El frijol se cultiva en la franja altitudinal de 650 a 1.500 m s. n. m., y diversifica el ingreso de fincas con cultivos permanentes de cacao, café y otros productos. Esto último se puede explicar por los Programas Café y Maíz y Café y Frijol que adelantó la Federación Nacional de Cafeteros en los departamentos de Cesar y La Guajira como parte de su Plan Estratégico para fomentar la diversificación productiva en la zona cafetera, y cuyo resultado fue el establecimiento de 7.304 ha de frijol en la región y 21.019 ha en todo el país tan solo en 2014. El estudio también identificó, en la parte norte del Cesar, un bajo porcentaje de productores con vocación hortícola que integran el frijol a sistemas de rotación con ají, cilantro, cebolla y tomate. Esta información es coherente con un estudio de caracterización del sistema de producción hortícola del Caribe seco (Cesar, Guajira y Magdalena), llevado a cabo en 2004 por Corpoica, ahora AGROSAVIA. En él se encuentra que, de los cultivos de tomate, cebolla de rama (cebollín criollo), cilantro, col, ají dulce, habichuela y cebolla de bulbo presentes en el Cesar, los de mayor área son los de tomate y cebollín (Páez et al., 2004).

Evaluación, mediante talleres, de las condiciones socioeconómicas de la producción de frijol

En los talleres de consenso llevados a cabo en el corregimiento de San José de Oriente, municipio de La Paz, participaron veinte productores de frijol de ese corregimiento con experiencia de más de cinco años. La convocatoria se hizo por medio de las UMATA, y los técnicos corroboraron, con ayuda de los registros agrícolas, la experiencia de cada productor. Según el CNA 2014, la forma de tenencia predominante en el campo colombiano es la de propietario, que ha crecido junto con la de arrendatario, mientras que la de aparcero

ha disminuido. Es así como, de acuerdo con el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), del total de productores agropecuarios que tienen UPA de menos de 5 ha en todo el país, el 73,4 % declaró tener condición de propietario (DANE, 2016). En los talleres llevados a cabo en La Paz, corregimiento de San José de Oriente, se encontró esta preponderancia de la figura del propietario, aunque la aparcería continúa siendo una figura frecuente, superior en porcentaje a la del predio familiar. Los propietarios corresponden al 43 % (menos que el promedio nacional), mientras que 36 % de los productores son arrendatarios, 14 % aparceros y 7 % tienen su producción en predios familiares (figura 5).

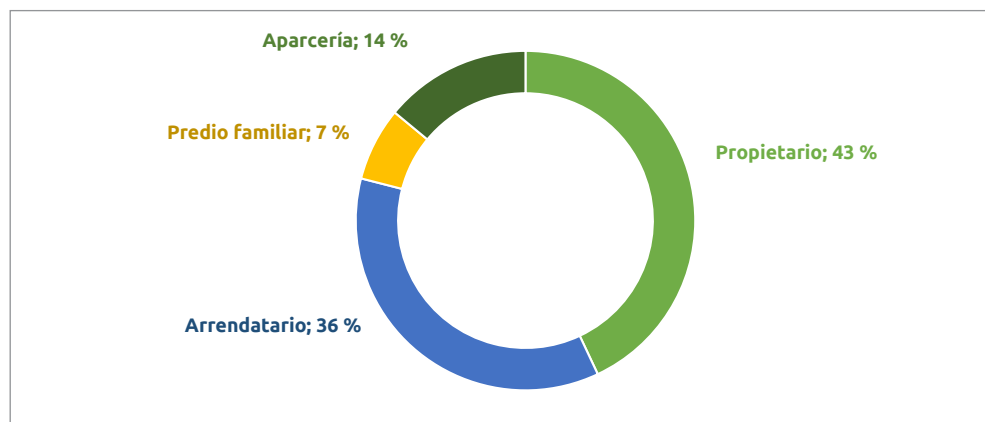


Figura 5. Tenencia de la tierra de los productores de frijol en el corregimiento de San José de Oriente, municipio de La Paz (Cesar).

Fuente: Elaboración propia

En Colombia existe un bajo nivel de capitalización, dado que apenas 16,7 % de los productores posee maquinaria, solo 11 % solicita crédito agropecuario y únicamente 9,6 % recibe asistencia técnica para el desarrollo de las actividades agropecuarias (DANE, 2016). En este contexto divergente se observan dos grupos contrastantes de productores, uno de carácter empresarial, caracterizado por tener acceso a crédito agropecuario, no contar con mano de obra familiar y acceder a algún tipo de asistencia técnica agropecuaria, y otro de agricultura familiar, con mano de obra no remunerada y nulo acceso a crédito agropecuario y asistencia técnica. En el municipio de La Paz, corregimiento de San José de Oriente, existe una divergencia con respecto a los promedios nacionales del CNA 2014 en cuanto al acceso a crédito y la asistencia técnica. En los talleres de consenso, 53 % de los productores afirmó haber contado con acceso a crédito agropecuario, y de estos, 64 % lo obtuvo del Banco Agrario, 18 % de la

banca privada, 9 % de cooperativas de crédito y 9 % de asociaciones de productores (figuras 6 y 7). En cuanto a la asistencia técnica agropecuaria, 78 % de los productores no tuvo acceso a ella (figura 8), y el restante 22 % afirmó haberla recibido de casas comerciales o agrónomos particulares. En cuanto a la comercialización, 100 % refirió que vende sus productos a intermediarios, situación asociada, posiblemente, al hecho de que 79 % de las vías de acceso a los predios se encuentra sin pavimentar o corresponde a caminos de herradura y el 21 % restante se encuentra en mal (64 %) o regular estado (36 %), lo cual incrementa los costos de transporte. El 42 % de los productores tiene acceso a señal de celular, 21 % a energía eléctrica y 37 % no tiene ningún servicio público.

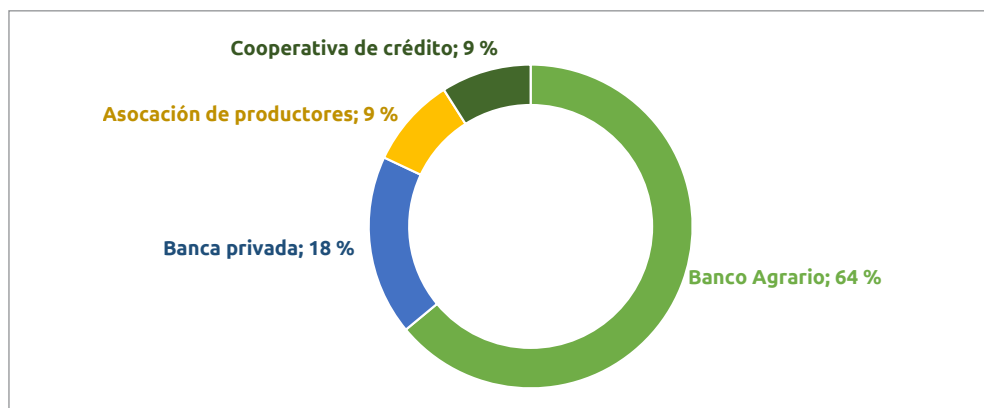


Figura 6. Porcentaje de acceso a crédito de los productores de frijol del corregimiento de San José de Oriente, municipio de La Paz (Cesar), según talleres locales de consenso.

Fuente: Elaboración propia

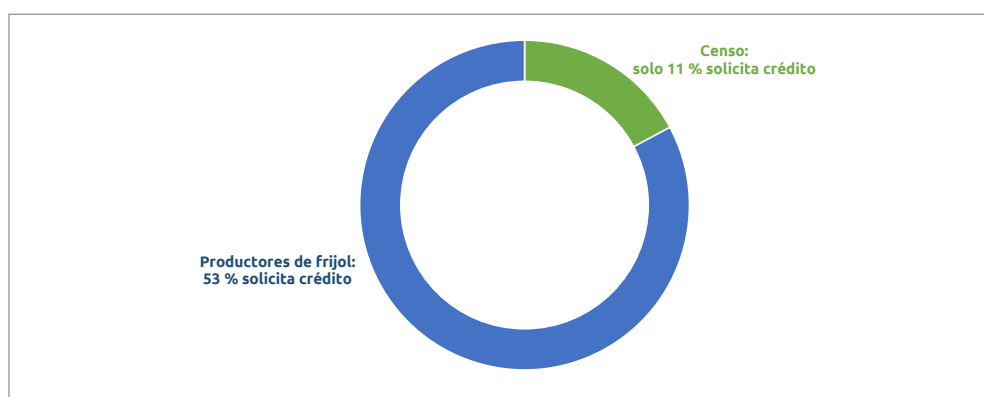


Figura 7. Variable acceso a crédito según el registro del CNA 2014 y según los productores de frijol del corregimiento San José de Oriente, municipio de La Paz (Cesar).

Fuente: Elaboración propia con base en datos tomados del CNA 2014 (DANE, 2016)

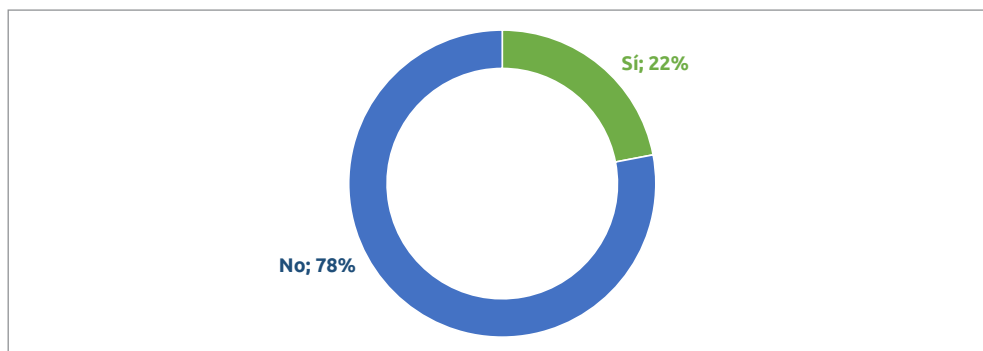


Figura 8. Acceso a asistencia técnica agropecuaria, según talleres de consenso llevados a cabo en el corregimiento de San José de Oriente, municipio de La Paz (Cesar).

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a las actividades de transferencia de tecnología consideradas más efectivas por los productores de San José de Oriente, 47% afirmó que son los talleres, 27% dijo que son las giras de campo y 13% afirmó que son las demostraciones de método y cada uno de los días de campo.

De otra parte, un gran número de pequeñas UPA del país produce de manera importante para el autoconsumo y en ellas los miembros de la familia suplen más del 50% de los requerimientos de mano de obra (DANE, 2016). Las diferencias regionales con respecto a estos indicadores se evidenciaron en los talleres puesto que en ellos se pudo establecer que 83% de los productores destina menos del 25% de la cosecha al autoconsumo, 11% destina del 26 al 50% y tan solo 6% se ajusta al promedio nacional, ya que destina del 51 al 75% a la alimentación del hogar (figura 9). De igual forma, la principal fuente de mano de obra es familiar, remunerada en un 90%, y el contrato de obrero ocasional se circunscribe a labores específicas como deshierbe, recolección de cosecha o aplicación de insumos.

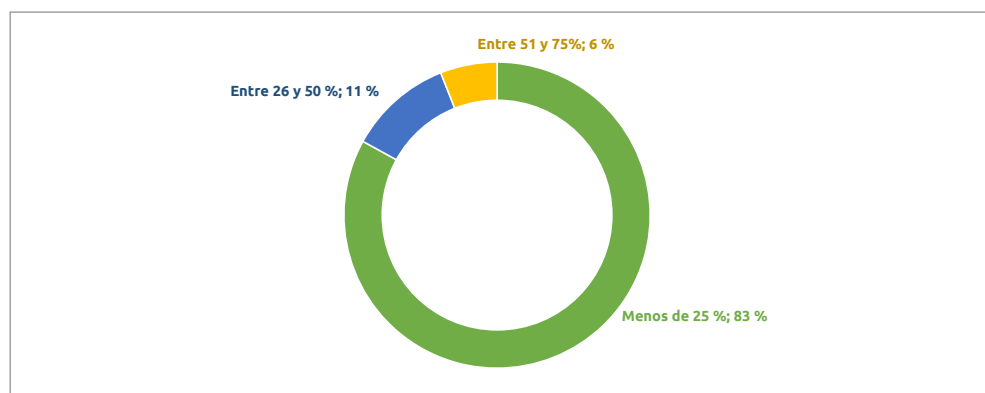


Figura 9. Porcentaje de la cosecha destinado al autoconsumo del grupo familiar, según productores del corregimiento de San José de Oriente, municipio de La Paz (Cesar).
Fuente: Elaboración propia

Estructuración de costos de producción mediante talleres de consenso

Con miras al análisis financiero (agricultura empresarial) o de ingreso disponible (agricultura familiar), se realizaron talleres para evaluar las estructuras de costos de los sistemas productivos del frijol rosado o Zaragoza y del frijol biofortificado. El primero se identifica como el sistema modal de la zona estudiada y el segundo como una nueva variedad lanzada por AGROSAVIA. Para el ejercicio se llevaron a cabo dos análisis, uno de costeo total y otro de costos en el que se determinaron los no monetarios (implícitos) (tabla 3).

Varios escenarios se presentan en la producción de frijol en el Cesar. Se observa una producción de enfoque empresarial, especialmente de la variedad Zaragoza o rosado, que incluye el acceso a créditos agropecuarios que posibilitan el pago tanto del arriendo de la tierra como del transporte de la producción hacia un punto de venta de intermediación. Dado que en la zona objeto de estudio prima la intermediación y que para la venta de la producción de frijol en la plaza mayorista se requieren cerca de tres intermediarios, el precio promedio de compra del kilo a puerta de finca es de \$3.400 y el precio de venta por kilo del mayorista oscila entre \$5.000 y \$6.000. Estos sistemas de intermediación y de producción a todo costo generan pérdidas en la producción por hectárea, sobre todo por la productividad de la zona (800 kg/ha), que es baja con respecto a otras zonas del Caribe. También se presentan variaciones en el costo de la semilla ya que el grano de frijol biofortificado es mediano (< 30 g/100 semillas),

mientras que el del frijol Zaragoza es grande (40 g/100 semillas). Por tanto, se requiere un menor volumen del biofortificado para la siembra (35 kg/ha frente a 50 kg/ha requeridos del Zaragoza). La participación de la mano de obra en los costos de producción es de 75,2 % para el frijol fortificado y de 73,8 % para la variedad Zaragoza. El 40 % de esta mano de obra es familiar, ya que solo se contratan obreros para labores específicas como limpieza del lote, fertilización, limpieza manual de malezas, recolección de cosecha y poscosecha (por lo general, el riego es operado por la familia) (tabla 3). Estos costos de producción presentan variaciones según las condiciones climáticas de la zona, puesto que las demandas de riego o mano de obra dependen del volumen de lluvias.

Se evidencia, además, una variación en la utilidad, ya que, en la zona, el promedio de producción de frijol Zaragoza es de 800 kg/ha, mientras que el de frijol biofortificado es de 1200 kg/ha. Sin embargo, se debe tener en cuenta que estos rendimientos se presentan en las actuales condiciones de producción y que pueden ser mayores con mejores niveles de tecnificación. El frijol Zaragoza se vende a puerta de finca a \$3.400/kg y el biofortificado a \$3.100/kg, según sondeo realizado en la zona con intermediarios y acaparadores, quienes justifican el menor precio del último por su reciente introducción en el mercado.

Análisis de riesgo financiero (simulaciones de Montecarlo)

La racionalidad del cultivo de frijol en la subregión está asociada a su contribución al autoconsumo (30 %), la disponibilidad de mano de obra familiar y la utilización de la cosecha para la alimentación de los jornaleros del café y el cacao. Esta realidad es consecuente con lo referido por el CIAT con respecto a las zonas aledañas al Cesar, que indica que los agricultores de Santander y Córdoba se endeudan para producir frijol arbustivo y maíz o subsidian la producción por medio de otros cultivos, mientras el acceso a un seguro agrícola es limitado (Blundo et al., 2016). Por otra parte, la inestabilidad de los precios del frijol común tipo Zaragoza que se presentó durante el periodo 2000-2017 en la Central de Abastos del municipio de Valledupar ha sido reseñada en estudios realizados en Latinoamérica (Guerrero, Vindas, & Viquez, 2014). Se presentaron algunos picos interesantes en 2002, 2012, 2014 y 2016, cuando los valores por kilo fueron, respectivamente, de \$6.598, \$6.075, \$6.626 y \$9.248, mientras que el precio promedio rondó los \$4.000, con caídas a \$3.256 en 2004 y \$3.525 en 2014 (figura 10).

Tabla 3. Resumen de las estructuras de costos empresarial y familiar para el municipio de La Paz (Cesar)

Resumen de costos/ha de frijol Zaragoza					Resumen de costos/ha de frijol biofortificado				
Concepto	Empresarial (\$)	Familiar			Empresarial (\$)	Familiar			
		Valor total	Cm	Cnm		Valor total	Cm	Cnm	
Labores	1.874.500	1.874.500	821.000,00	1.079.750	1.831.000	1.831.000	21.000,00	1.010.000	
Insumos	499.000	539.000	539.000,00	0	481.501	464.000	464.000,00	0	
Herramientas	27.083	54.472	54.472,22	0	4.514	60.250	60.250,00	0	
Transporte	65.000	65.000	65.000	0	78.000	78.000	78.000,00	0	
Costo financiero	166.763	N/A			124.751	N/A			
Costo tierra	100.000	N/A			100.000	N/A			
Total	2.732.346	2.532.972	1.479.472	1.079.750	2.619.766	2.433.250	1.423.250	1.010.000	
Rendimiento (toneladas)	0,80	0,80			1,20	1,20			

Cm: costo monetario; Cnm: costo no monetario.

Fuente: Elaboración propia

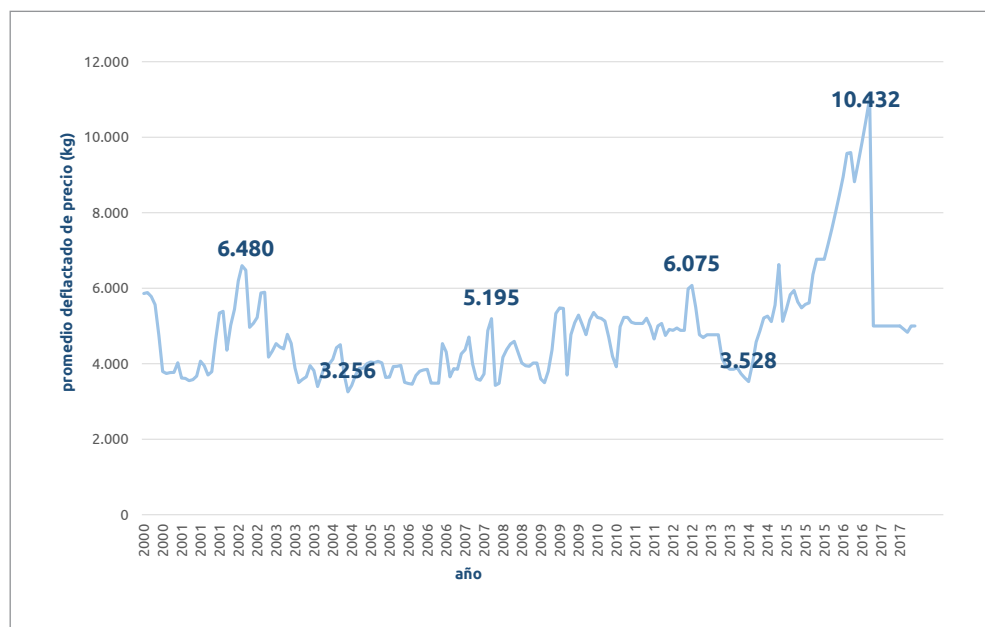


Figura 10. Histórico de precios año por año del frijol Zaragoza en la plaza mayorista de Valledupar.

Fuente: Elaboración propia con base en precios tomados de Agronet (s.f.)

Análisis financiero y de ingreso disponible

Como en cualquier otra actividad económica, la finalidad de producir un alimento es generar ingresos económicos o maximizar las utilidades. Sin embargo, las particularidades sociales o económicas de los agricultores colombianos demandan unos análisis de rentabilidad que en muchos casos se alejan de los conceptos financieros clásicos. En este sentido, Gómez (1987) diferencia dos tipos de análisis de rentabilidad o de ganancia neta que pueden ser orientados hacia la agricultura colombiana. El primero se enfoca en la agricultura de tipo empresarial, caracterizada primordialmente porque su producto final (alimentos, fibras o materias primas) es vendido en su totalidad, y su rentabilidad depende de la diferencia entre los ingresos totales y los costos totales. En estos últimos se incluyen los costos de oportunidad de todos los factores de producción, por ejemplo, los costos financieros, el valor de la tierra, etc.

El segundo tipo de análisis se orienta hacia la agricultura campesina o la tipología de agricultura familiar definida por el Comité de Impulso Nacional

a la Agricultura Familiar (CIN-AF), que pasó a ser la Red Nacional de Agricultura Familiar mediante la Resolución No. 000464 de 2017 del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). Según dicha resolución, la agricultura familiar se caracteriza, principalmente, porque algún porcentaje de la producción se destina al autoconsumo y por el aporte de mano de obra familiar no remunerada (MADR, 2017). En este caso, el análisis del resultado monetario de la actividad agrícola se define como ‘ingreso disponible’, y se obtiene al sacar la diferencia entre los ingresos totales y los costos monetarios (desembolsos reales de dinero). Dentro de los costos no monetarios o implícitos se pueden incluir las labores llevadas a cabo por la familia y los insumos que no fueron objeto de ningún pago por parte del agricultor (Zabala, Fuentes, Castillo, & Roa-Ortiz, 2019).

Análisis de riesgo agrícola

Además de los análisis financiero y de ingreso disponible, el presente trabajo abordó un análisis de riesgo orientado a identificar los escenarios en los que la actividad agrícola del frijol es inviable desde la perspectiva monetaria. Para este fin, se definió ‘riesgo’ como la probabilidad de ocurrencia de un evento que puede ser adverso (Bass, Ramasamy, Dey de Pryck, & Battista, 2009). A nivel agrícola, estos eventos son inherentes a la naturaleza de la producción y pueden dividirse en: climáticos, geofísicos, ambientales, sociales, económicos y productivos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA], & Consejo Agropecuario del Sur [CAS], 2017). Dado el objetivo de la presente investigación, se puso especial énfasis en los riesgos relacionados con las últimas tres categorías, y con ello se evidenció que la agricultura de carácter familiar puede presentar mecanismos de gestión que la hacen menos vulnerable que la empresarial a variaciones de precios, incrementos en los costos de producción o disminución en el rendimiento productivo (Cepal, FAO, & IICA, 2015).

Los resultados de las simulaciones de Montecarlo, en las que la variable de salida es el ACB (figura 11), muestran que tan solo la variedad Zaragoza presenta escenarios adversos de riesgo, con valores de ACB menores a 1. En estos escenarios, que son los de la agricultura empresarial,³ la actividad es financieramente

3 Agricultura que se hace a todo costo, con acceso a crédito agropecuario. En ella, todas las labores son objeto de remuneración y no existe porcentaje para el autoconsumo.

inviabile, la probabilidad de inviabilidad financiera corresponde al 5%. Con respecto a la variedad de frijol biofortificado, todos los valores de distribución de la probabilidad se encuentran por encima de 1. En términos relativos, la variedad de frijol biofortificado tiene el percentil 1 en el valor de $ACB=1,5175$. Para este mismo valor, el frijol Zaragoza se encuentra entre los percentiles 70 y 75, por lo que la inversión en esta variedad probablemente resulte menos rentable que la inversión en el frijol biortificado.

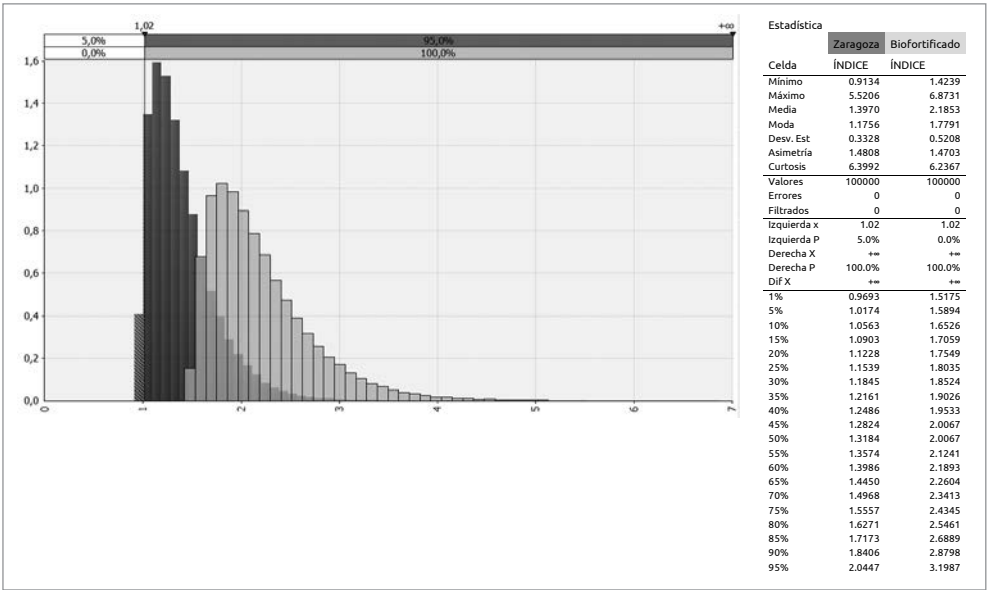


Figura 11. Distribuciones de probabilidad del análisis costo-beneficio ACB de los sistemas frijol Zaragoza y frijol biofortificado en un escenario de agricultura empresarial (el eje x muestra valores adimensionales del ACB y el eje y los valores de la densidad de frecuencia de la función de probabilidad).
Fuente: Resultados arrojados por el *software* @risk 7.6 a partir de datos recopilados por los investigadores en los talleres de costos por consenso e índices de precios al consumidor

En la figura 11 se observa que la distribución del frijol biofortificado se extiende más hacia la derecha que la del frijol Zaragoza. Estos resultados permiten concluir que, a nivel financiero, la inversión en la siembra y producción del frijol biofortificado presenta menor riesgo que la inversión en el frijol Zaragoza en esta región del país. Estos resultados se pueden analizar con los valores de la utilidad neta generada por un agricultor ante la siembra de los dos sistemas (figura 12). De acuerdo con este escenario, en el cual todos los factores son remunerados, ambos sistemas presentan utilidades positivas (ingresos superiores a los costos); sin embargo, el sistema de frijol biofortificado describe una distribución de probabilidad situada

a la derecha de la del sistema de frijol Zaragoza, y sus valores inferiores (percentil 1) y superiores (percentil 99) representan mejores ingresos para un agricultor. La distribución del frijol biofortificado va de \$1.556.290 a \$5.634.000, con un valor medio de \$2.382.052. Por su parte, la distribución del frijol Zaragoza presenta utilidades de \$98.324 a \$2.612.322, con un valor medio de \$666.841.

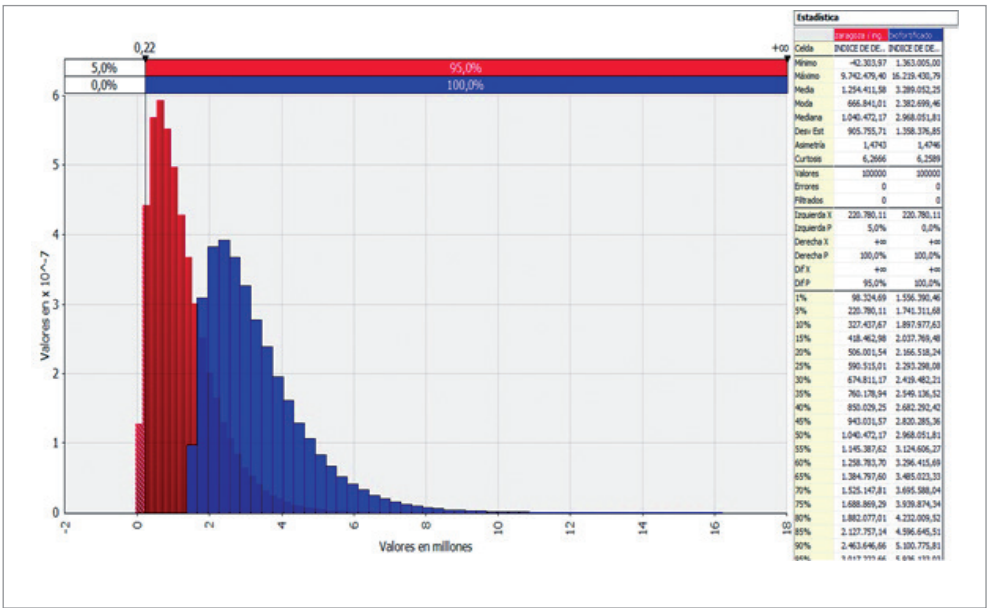


Figura 12. Simulación de Montecarlo para los frijoles Zaragoza y biofortificado con esquema de producción empresarial e inclusión de costos no monetarios (el eje x representa valores en millones de pesos generados por una hectárea y los valores de la densidad de frecuencia de la función de probabilidad).

Fuente: Resultados arrojados por el *software* @risk 7.6 a partir de índices de precios al consumidor y de datos recopilados por los investigadores en los talleres de costos por consenso

Dada la naturaleza productiva de la zona, en la cual coexisten sistemas de agricultura empresarial y de agricultura familiar;⁴ adicional al análisis de costo-beneficio, se realizaron análisis y simulaciones bajo un enfoque de agricultura familiar. En este caso, a los costos totales se les restaron los valores de los costos no monetarios y se utilizó como variable de salida el concepto *ingreso disponible*, que es igual al ingreso total menos los costos monetarios (figura 13). Los resultados de esta simulación muestran que no existen esce-

4 Agricultura que se hace sin acceso a crédito agropecuario. Algunos costos, especialmente los relacionados con labor, no son objeto de remuneración financiera y pueden ser definidos como costos no monetarios. Adicionalmente, algún porcentaje de la cosecha se destina al autoconsumo.

narios con valores negativos, dado que tanto el frijol Zaragoza como el biofortificado presentan distribuciones de probabilidad con valores positivos. En este caso, el percentil 1 del frijol Zaragoza se ubica en \$1,18 millones, y es el menor valor reportado en las simulaciones. El valor del percentil 1 del frijol biofortificado es de \$2,57 millones, valor en el cual el frijol Zaragoza se encuentra entre los percentiles 65 y 70. Esta diferencia en el valor de los percentiles indica la probabilidad de que los ingresos originados por el frijol biofortificado, para un agricultor de esta región, sean superiores a los del Zaragoza. Estos resultados concuerdan con Zabala et al. (2019) y Cepal et al. (2015), quienes afirman que el aporte de mano de obra familiar y la reducción de las remuneraciones monetarias de algunas actividades en producciones agrícolas campesinas son elementos de gestión de riesgo que incrementan la flexibilidad ante menores precios, mayores costos o la suma de estas dos condiciones.

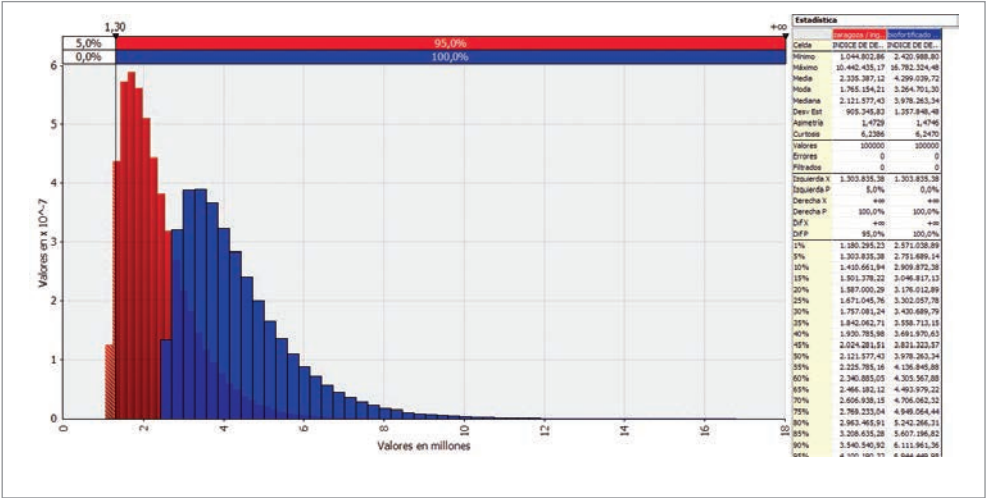


Figura 13. Simulación de Montecarlo para los frijoles Zaragoza y biofortificado con esquema de producción familiar sin costos no monetarios (el eje x representa valores en millones de pesos generados por una hectárea y los valores de la densidad de frecuencia de la función de probabilidad).
Fuente: Resultados arrojados por el *software* @risk 7.6 a partir de índices de precios al consumidor y de datos recopilados por los investigadores en los talleres de costos por consenso

En la figura 13 se observa que la distribución del frijol Zaragoza presenta valores extremos (a la izquierda), superiores a los del frijol biofortificado, por lo que se concluye que existe una probabilidad más alta de generar mayores ingresos con este último.

Como se menciona en anteriores apartados, el ejercicio de simulación con agricultura familiar descuenta los costos no monetarios, entre los cuales se destaca la mano de obra familiar, que tiene un peso porcentual aproximado de 73 % dentro de la estructura general de costos (tabla 3). Según esta característica, tiene sentido analizar los escenarios de riesgo asumiendo los costos totales (monetarios + no monetarios) para determinar en qué nivel la agricultura familiar presenta menor riesgo que la agricultura en la que todas las actividades son remuneradas.

Evaluación de la sostenibilidad de las fincas

En la zona de evaluación se identificaron fortalezas y debilidades para la producción de frijol, y el instrumento de sostenibilidad aplicado recogió la totalidad de los aspectos que explican la dinámica agroecológica de la finca (individual, familiar, colectivo, ambiental, productivo y económico) (tablas 3 y 4). Respecto a las fortalezas, se resalta la vocación frijolera de la región y su flexibilidad frente a los recursos limitados, característicos de la agricultura familiar, mientras que los aspectos que fomentan la vulnerabilidad están asociados a la baja tecnificación del sistema productivo y la inestabilidad en las condiciones de mercadeo (tabla 4).

El análisis de sostenibilidad de las fincas evaluadas en San José de Oriente indica que solamente el componente social tiene un balance moderado, debido principalmente a que todas las unidades familiares refieren indicadores aceptables en participación y convivencia familiar, salud, autoabastecimiento y acceso a educación. Los demás componentes del análisis presentan balance deficitario; de modo general, los menores valores correspondieron al componente pecuario, que presentó una baja contribución a la economía de las UPA. En el componente cultural solamente se registra como elemento positivo la aplicación del saber ancestral, y en el componente agrícola, las buenas prácticas (policultivos, cercas vivas, labranza mínima y cosecha de agua) no integran todos los componentes del agroecosistema. En el componente político solo se refiere la participación en las juntas de acción comunal, y en cuanto al componente económico, no se registra información de rentabilidad por cultivo, solo un balance general de la productividad del predio en un salario mínimo legal vigente (1 SMLV) y el reconocimiento del autoempleo (figura 14).

Tabla 4. Indicadores de sostenibilidad, con sus respectivas subcategorías, evaluados en ocho fincas de productores frijoleros de San José de Oriente, municipio de La Paz (Cesar)

Componentes					
Social	Agrícola	Pecuario	Cultural	Político	Económico
Participación y convivencia familiar	Manejo y conservación de aguas	Instalaciones	Aplicación de saberes ancestrales	Participación activa en los Consejos Municipales de Desarrollo Rural (CMDR)	Rentabilidad
Salud	Manejo y conservación de suelos	Confort	Intercambio de saberes y técnicas ancestrales	Veeduría ciudadana	Transformación
Autoabastecimiento	Fertilización natural	Nutrición	Conflictos ambientales derivados de las prácticas culturales	Participación comunitaria	Comercialización de tipo asociativo
Educación	Manejo ecológico de plagas y enfermedades	Manejo sanitario		Participación política	Manejo de instrumentos financieros

(Continúa)

(Continúa tabla 4)

Componentes					
Subcategorías	Biodiversidad	Biodiversidad	Biodiversidad		Biodiversidad
	Manejo de residuos sólidos				Manejo de instrumentos de planificación
	Utilización de productos convencionales				Incentivos turísticos y pedagógicos
					Autoempleo y generación de ingresos
					Intercambio de productos

Fuente: Elaboración propia

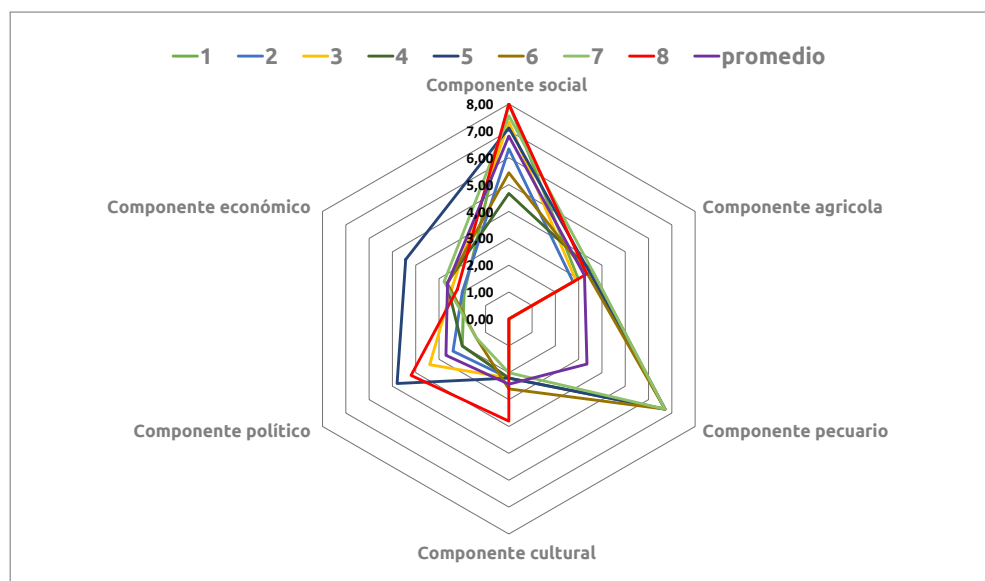


Figura 14. Análisis de sostenibilidad de las fincas de productores de frijol de San José de Oriente, municipio de La Paz (Cesar).

Nota: Un gráfico tipo ameba, como el de esta figura, permite interpretar el comportamiento de un objeto de estudio frente a la acción simultánea de diferentes variables. En este caso, las fincas promedio se evaluaron según seis variables o componentes. La cercanía al punto 0 de la mayoría de sus aristas sugiere indicadores negativos o contrarios a la sostenibilidad. Las aristas cercanas al contorno externo significan indicadores positivos en los componentes pecuario y social.

Fuente: Elaboración propia

Lo anterior indica que la agricultura predominante en la zona evaluada no es sostenible (tabla 5), puesto que el enfoque sostenible generalmente se refiere a un modo de producción que busca alcanzar rendimientos sostenidos a largo plazo, mediante el uso de tecnologías ecológicas de manejo, el mantenimiento de los recursos naturales y la generación de bienestar para la familia en el sentido integral del ser (Sarandón & Flores, 2009). En el análisis se observa que tanto las fincas evaluadas como su comportamiento conjunto no alcanzan un índice de sustentabilidad del 50%, lo cual las sitúa en una situación de alerta (de 0 a menos de 50%, al promediar el valor de aporte de cada componente evaluado), merecedora de una atención especial. El índice de sustentabilidad promedio de las ocho fincas evaluadas es 35,23% y el promedio por indicador evaluado es 5,87%. Análisis de sustentabilidad del frijol llevados a cabo en Centroamérica registraron índices de sustentabilidad de 71%, los cuales se consideran aceptables (se califican como ‘aceptables’ los índices de 70 a menos de 90%) (Guerrero et al., 2014).

De acuerdo con lo anterior, es necesario adelantar en la zona un proceso intenso de sensibilización que concientice a la comunidad de los efectos que la agricultura convencional tiene sobre el ambiente y la salud. Este proceso debe ser el preámbulo de las actualizaciones tecnológicas y debe acompañar la socialización de las prácticas de manejo recomendadas para el modelo productivo de cada una de las variedades biofortificadas.

Tabla 5. Fortalezas y debilidades de las Unidades Productivas Agropecuarias (UPA) y del cultivo de frijol común en San José de Oriente, municipio de La Paz (Cesar)

Fortalezas del cultivo de frijol	Aspectos negativos que le dan vulnerabilidad al cultivo de frijol
Se identifica al frijol como cultivo tradicional	Uso de semilla no certificada y ausencia de variedades mejoradas
Es un cultivo imprescindible para el abastecimiento de la familia	Ausencia de asistencia técnica
Genera autoempleo	Mano de obra familiar no remunerada
Produce, aunque no se fertilice. No es exigente en fertilidad de suelos	No se registra uso de recomendaciones de análisis de suelo para el cultivo de frijol
Su ciclo productivo puede sincronizarse con las lluvias	Ausencia de consulta a los boletines bioclimáticos para la toma de decisión
El 50% de los productores son propietarios de la tierra	Persiste un alto porcentaje de amedieros y arrendatarios
Si logra producirse en momento de baja oferta de grano genera buena ganancia	Rendimiento por debajo del promedio nacional
Una fuente de ahorro pues solventa el alimento de los trabajadores de la cosecha del café y el cacao	Bajo uso de riego suplementario en el cultivo

(Continúa)

(Continuación tabla 5)

Fortalezas del cultivo de frijol	Aspectos negativos que le dan vulnerabilidad al cultivo de frijol
Es uno de los pocos cultivos en la zona que se paga contra entrega por el acaparador	Alta intermediación. Ausencia en el territorio de producción asociativa, precios inestables
Aporta a la fertilización de la tierra como preparación para otros cultivos más exigentes como maíz y tomate	Baja tolerancia a la inundación y la aridez
Alto porcentaje de productores afirma no requerir crédito agropecuario para el cultivo	Bajo acceso a crédito agrícola (22 %)
El 83% de los productores autoconsume hasta el 25% de la cosecha	Malas prácticas de postcosecha no permiten la conservación del material para siembra y mercadeo

Fuente: Elaboración propia

Estos datos indican que las fincas de San José de Oriente que manejan el sistema del frijol no hacen un aprovechamiento racional de los recursos ambientales, presentan una baja integración familiar con su entorno productivo y no generan canales nutridos para la transmisión del conocimiento y el fortalecimiento del tejido social del territorio. Todo esto incrementa la vulnerabilidad del sistema agrícola familiar frente al cambio climático y frente a la inestabilidad del mercado de productos agrícolas.

El componente económico o productivo no sustenta por sí mismo la conveniencia de fomentar el cultivo de frijol. Así lo corroboran reflexiones más integrales que se han llevado a cabo en lugares como Costa Rica, motivadas por una pérdida progresiva de competitividad de esta agrocadena, pérdida que está asociada a los altos costos productivos y a la inestabilidad del precio del grano y que ubica la producción familiar en una situación de vulnerabilidad frente al mercado del producto (Guerrero et al., 2014). Si bien el productor de frijol de la zona de estudio no se dedica exclusivamente a este cultivo (es un producto complementario de otros permanentes o se rota con otros cultivos de mayor valor), es preocupante evidenciar la vulnerabilidad de las unidades productivas familiares evaluadas frente al cambio climático, la inestabilidad del mercado y la pérdida de la capacidad productiva del suelo. Los productores consultados desconocen

fundamentos de la agricultura sostenible como la dinámica de flujos energéticos del agroecosistema, la conservación de los recursos ambientales como sustento del capital productivo a largo plazo, el valor ecosistémico de la biodiversidad en la finca o la integralidad de los sistemas agrícolas y pecuarios como base del autoabastecimiento y la diversificación del ingreso. Aún más preocupante es el cultivo de frijol en fincas con lotes de uso no agrícola. Allí las prácticas inadecuadas tienen un efecto más acentuado en la degradación ya observada, debido al nivel dependiente del suelo y a su inestabilidad. También resulta relevante el bajo registro de flujos de caja de las fincas y la necesidad de que el productor se empodere de insumos y componentes de la agricultura sostenible como semillas mejoradas, uso racional del agua, fertilización y control sanitario del cultivo. Para escenarios como este, que requieren acciones complejas de intervención, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) ha señalado una serie de actores clave con los cuales se puede reconvertir la agricultura convencional en una agricultura sostenible. Estos actores son las mujeres rurales, los agricultores familiares, los actores asociados a la comercialización, los tomadores de decisiones y los inversores en vías de acceso e infraestructura para la producción y el acopio. Las escuelas de campo con estos grupos y el fortalecimiento de los elementos culturales y políticos pueden dinamizarse mediante las juntas de acción comunal, referidas en este estudio como instancias de alto poder de convocatoria. Dentro de las fortalezas identificadas en las fincas estudiadas, se resalta la integración de la familia a las actividades productivas y la participación de la mujer en las decisiones económicas y productivas de las UPA, y estas características podrían aprovecharse en procura de una vinculación tecnológica que tenga en cuenta el enfoque de género y a la juventud (FAO, 2016) (tablas 3 y 4).

En general, se observa que el tipo de producción de frijol que impera en la zona es de baja tecnología, con predominio del monocultivo, dependiente del periodo de lluvias, con riego suplementario incipiente, que toma la semilla de la cosecha del ciclo anterior y aplica fertilizantes sin análisis de suelos, y en el que prevalece el control químico de arvenses, plagas y enfermedades. El control sanitario es ante todo curativo, con una baja referencia de uso de productos biológicos, y estos tan solo corresponden a bioabonos, principalmente gallinaza y bovinaza. Las actividades que demandan mayor consumo de químicos en el cultivo de frijol son el control de arvenses y artrópodos. También se evidencia baja cobertura de asistencia técnica y necesidad de capacitación en aspectos tecnológicos del frijol y en el área socioempresarial. Estas deficiencias,

especialmente en prácticas de manejo de bajo impacto ambiental, se evidenciaron ya en la década pasada, gracias a estudios sobre la costa Caribe y la zona andina llevados a cabo por AGROSAVIA, antes Corpoica (Arias & Guzmán, 2004; Páez et al., 2004). Lo anterior indica que, en el Cesar, la producción de frijol no ha sido permeada por la innovación tecnológica que generan los centros nacionales de investigación, la academia, el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) y la Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas (Fenalce) (Cepal, 2016) (tabla 6).

Los resultados de la caracterización tecnológica indican predominio de las prácticas de la agricultura convencional, por lo cual es alto el impacto ambiental del cultivo de frijol en la zona (tabla 6). Se identificó que las distancias de siembra son heterogéneas y varían de acuerdo con el concepto empírico del productor respecto a la fertilidad del lote y su pendiente, y que dichas distancias son menores cuando los suelos son pobres y quebrados. Se pudo comprobar también que el cambio de los sistemas productivos artificializados a los sistemas productivos sostenibles debe estar mediado por el mejoramiento de la calidad del suelo y el estatus fitosanitario del agroecosistema (Altieri & Nicholls, 2017).

La implementación de prácticas agroecológicas en el esquema de la agricultura familiar puede generar mejoras en aspectos socioeconómicos o biofísicos y promover la seguridad alimentaria. Algunas de las prácticas agroecológicas hortícolas fundamentales son la rotación y asocio de cultivos, la conservación de semillas y el uso de plantas y organismos benéficos (Bolaños, 2018). Por tanto, las actividades de capacitación con productores deben empezar por la producción de semilla limpia, la implementación de estrategias de mejoramiento de los indicadores de calidad del suelo y el manejo integrado del cultivo.

Tabla 6. Evaluación cuantitativa de las condiciones que provocan la vulnerabilidad por área en las fincas frijoleras de San José de Oriente, municipio de La Paz (Cesar)

Área de evaluación (A)	No. de indicadores (B)	Peso por número de indicadores (C)	Calificación total (D)	Calificación obtenida (E)	Valor (F)
Social	13	11 %	54,44	6,81	12,50 %
Agrícola	60	49 %	25,98	3,25	3,97 %
Pecuaria	22	18 %	26,84	3,36	3,85 %
Cultural	5	4 %	19,40	2,43	5,28 %
Política	5	4 %	21,60	2,70	4,75 %
Económica	18	15 %	21,06	2,63	4,87 %
Total	123	100 %	169,32	21,17	(35,23 %/6) = 5,87 %

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Tecnología local de producción de frijol en San José de Oriente, municipio de La Paz (Cesar)

Análisis del suelo	Preparación de suelos	Variedad	Fecha de siembra	Densidad de siembra (cm)	Sistema de riego	Control de arvenses	Fertilización	Opción de venta más frecuente
No	No	Zaragoza, rosado	Marzo Abril Julio Agosto Septiembre Diciembre	20 × 20 25 × 25 30 × 25 40 × 40 50 × 50 60 × 60	No, aspersión	Químico	Químico	Plaza de San José

Fuente: Elaboración propia

En el corregimiento de San José de Oriente, la cadena de suministro de frijol rosado Zaragoza, la variedad disponible en la zona, se caracteriza por una alta intermediación. Una primera modalidad es aquella en la que el intermediario compra el frijol en el mismo lote, a puerta de finca, empacado en costal y sin ningún proceso de selección. La segunda modalidad se da cuando el productor transporta el frijol desde el sitio de producción hasta el centro poblado del corregimiento, donde encuentra intermediarios dispuestos para la compra. Estos, de acuerdo con el volumen disponible, lo transportan hasta el intermediario del municipio de La Paz y a su vez este, según el precio del mercado, se lo vende al mayorista en la plaza de Valledupar o a Mercabastos. La tercera modalidad, menos frecuente, ocurre cuando el productor transporta su cosecha desde la zona de producción hasta el intermediario de La Paz o directamente hasta la plaza de mercado de Valledupar. Esta última opción, la de Valledupar, es la menos frecuente de todas ya que el precio al granel se mantiene en los tres intermediarios, pero el del transporte se incrementa según la distancia al sitio de venta. De acuerdo con lo anterior, son los mayoristas de las plazas de mercado o de Mercabastos los que se benefician del precio oficial del frijol indicado en el Sistema de Información de Precios (SIPSA) (figura 15). Es de resaltar que el mayor porcentaje de productores siembra máximo una hectárea de frijol, cuya producción promedio es de 800 kg o 16 bultos, lo cual no califica como venta al por mayor, de modo que es el intermediario quien, según la oferta y la demanda, establece el precio de compra, con lo cual le resta poder de negociación al pequeño productor.

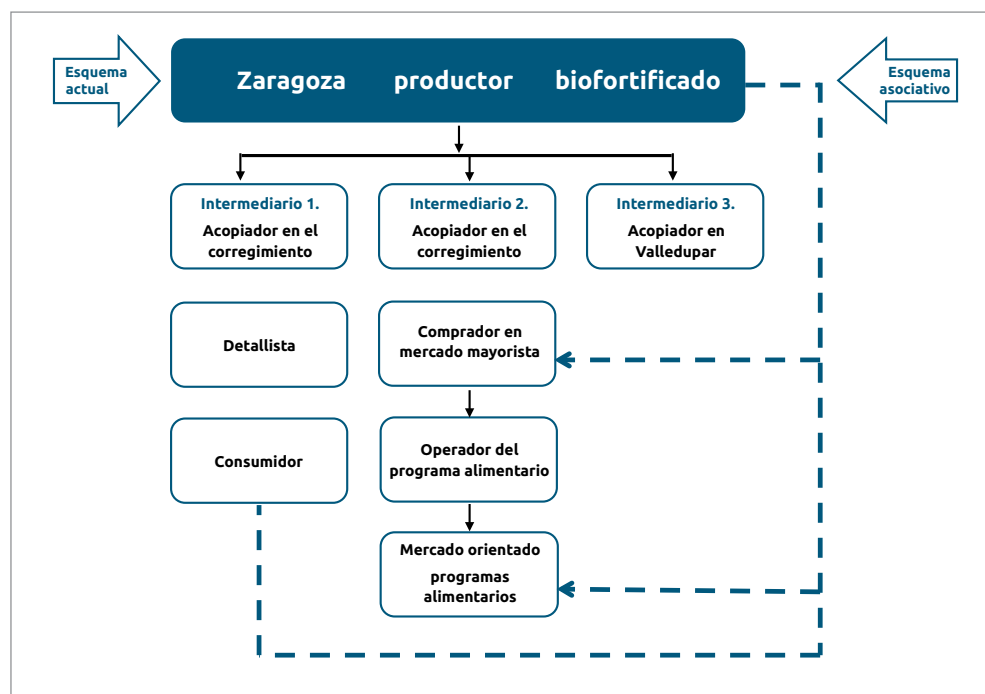


Figura 15. Cadena de suministro de frijol Zaragoza en el corregimiento de San José de Oriente y propuesta de encadenamiento para el frijol biofortificado en ciclos cortos agroalimentarios. Fuente: Elaboración propia

El frijol biofortificado, por sus características, tiene potencial para ubicarse en mercados orientados a programas de seguridad alimentaria o alimentación escolar, cuyas exigencias incluyan esquemas de asociatividad y una planificación de siembra que mantenga la demanda de dichos programas y que cumpla con las condiciones de inocuidad requeridas y con un proceso adecuado de selección y empaque. Es así como las actividades desarrolladas y planificadas para la articulación del frijol biofortificado promueven esquemas comerciales alternativos a los registrados actualmente en el territorio donde se cultiva el frijol común tipo Zaragoza. Las entregas de semilla certificada llevadas a cabo por AGROSAVIA en los lanzamientos del segundo semestre de 2018 fueron consecuentes con este razonamiento, ya que se enfocaron en agrupaciones de productores amparadas por esquemas asociativos de producción. La producción asociativa no solo abriría la puerta a esquemas de comercialización como el ya descrito, sino que también posibilitaría la articulación formal de los productores al comercio de frijol. Existiría un contacto más directo con los mayoristas y se podrían llevar a cabo ciclos cortos de comercialización que utilicen Internet para la venta directa al consumidor. De este modo, los costos de transporte y

empaques serían menores para el productor, y el rango de ganancia que antes tenía la intermediación llegaría directamente a la asociación, ambos casos con beneficio para el productor individual (figura 15).

Con respecto a las opciones y escenarios alternativos de comercialización del frijol en la zona de influencia de la investigación, es importante precisar que existen diferentes trabajos que han intentado develar la racionalidad económica del horticultor. Un estudio relevante es el llevado a cabo en el valle de Tepeaca, en México, que evidenció la existencia de racionalidades económicas múltiples en el pequeño productor hortícola, que se acomodan y reacomodan según el componente productivo o comercial en el que se interactúa.

Es así como existe una racionalidad paramétrica predominante respecto a la producción, mientras que frente a la comercialización domina la racionalidad estratégica. En este contexto se observan pequeños productores hortícolas que manifiestan una de las racionalidades mencionadas, pero también se evidencian productores que tienen carácter multiracional en sus acciones puesto que exhiben ambas racionalidades en escenarios distintos. Estos últimos, durante el proceso productivo, tienen mayor facilidad para asociarse con otros y de este modo distribuir los altos costos de riego. Cuando mercadean el producto, su intencionalidad es maximizar las ganancias, es decir, obtener un precio por encima de sus costos de producción, y frente a la dificultad de organizarse con sus pares para acordar un precio, deben competir entre ellos, buscando ya no la ganancia, sino la venta del producto, aunque el valor no sustente los costos de producción (Lugo, 2011). Por tanto, uno de los retos más importantes para el mejoramiento de la capacidad negociadora del productor de frijol es el fortalecimiento y la difusión de la producción asociativa (Baggio & Kuhl, 2018).

Mapeo de actores e indicadores

El *software* UCINET se utiliza habitualmente para el análisis de redes sociales y el cálculo de indicadores en ciencias sociales y en sectores como salud, psicología, organización empresarial y comunicación electrónica. Dado que la efectividad de los procesos de innovación tecnológica depende de la masificación del uso del nuevo conocimiento, el análisis de redes también constituye una herramienta efectiva para tomar decisiones en dichos procesos. Su utilidad es fundamental en los contextos de investigación y vinculación al sector agropecuario puesto que, para un territorio determinado, ofrece un análisis de la estructura y las

características de las relaciones establecidas entre los individuos clave y las instituciones. El análisis de redes permite hacer un uso eficiente del tiempo y los recursos ya que ayuda a identificar con quién y cómo trabajar y a planificar las acciones que se llevarán a cabo en el territorio, con lo cual se facilita la definición de estrategias para dinamizar procesos de innovación social del conocimiento (Aguilar, Olvera, & Martínez, 2011; Clark, 2006). El enfoque de redes involucra un análisis de múltiples niveles, en el que las características contrastantes de los actores se interpretan según las restricciones y opciones que surgen del modo como dichos actores se articulan. La estructura y el comportamiento de las redes describen las interacciones locales entre los actores (individuos e instituciones), y sus articulaciones contrastantes son útiles para el entendimiento de sus particularidades y actuaciones. A menudo, por ejemplo, muchas conexiones indican que los individuos se exponen ampliamente a información de diversa índole. Los actores identificados en el presente estudio son aquellos que forman parte de la cadena de suministro de frijol, lo mismo que aquellas entidades de regulación, financiamiento, generación y divulgación del conocimiento que presentan interés primario, secundario o potencial en el frijol común (tabla 8). Tales son los actores que, en mayor o menor medida, también deben considerarse para las dos nuevas variedades de frijol biofortificado que AGROSAVIA promociona en el Caribe seco (figura 16).

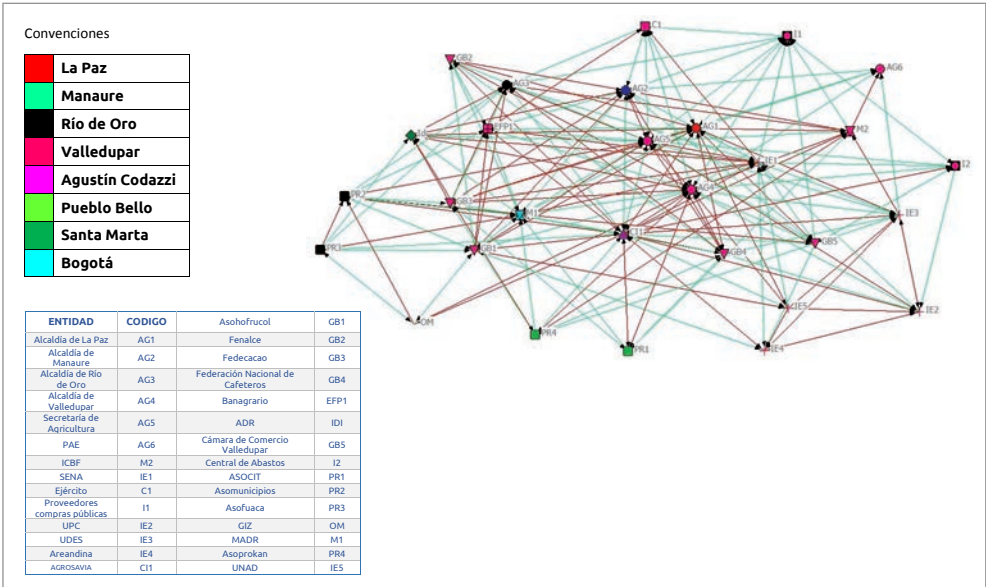


Figura 16. Red de relaciones interinstitucionales para el fortalecimiento del frijol biofortificado en el departamento del Cesar.
Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados arrojados por el *software* Ucinet con datos recopilados por los investigadores

La conectividad de la red de actores se construye por medio de una hoja de Excel. En ella se listan, vertical y horizontalmente, en el mismo orden, los actores sugeridos por los participantes de los talleres, y se identifica si tienen relacionamiento y cuál es la intensidad de este. Por ejemplo, con respecto al frijol común, la hoja de Excel mostró que, según los productores, la Alcaldía de La Paz y el Programa de Alimentación Escolar (PAE) tienen relacionamiento, de modo que ambos se calificaron con 1 en las casillas donde se cruzaban. Por el contrario, como los productores no refirieron ningún relacionamiento entre el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF) y la Universidad de Santander (UNDES), las casillas donde se cruzaban se calificaron con 0 (Anexo).

Tabla 8. Listado de actores asociados al cultivo, consumo e información del frijol común en el departamento del Cesar

Código	Actor
AG1	Alcaldía de La Paz
AG2	Alcaldía de Manaure
AG3	Alcaldía de Río de Oro
AG4	Alcaldía de Valledupar
AG5	Secretaría de Agricultura
AG6	Programa de Alimentación Escolar (PAE)
C1	Ejército
CI1	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA)
EFP1	Banco Agrario de Colombia (Banagrario)
GB1	Asociación Hortifrutícola de Colombia (Asohofrucol)
GB2	Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas (Fenalce)
GB3	Federación Nacional de Cacaoteros (Fedecacao)
GB4	Federación Nacional de Cafeteros
GB5	Cámara de Comercio
IE1	Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)
Idi	Agencia de Desarrollo Rural (ADR)
I1	Proveedores compras públicas
IE2	Universidad Popular del Cesar (UPC)

(Continúa)

(Continuación tabla 8)

Código	Actor
IE3	Universidad de Santander (UDES)
IE4	Fundación Universitaria del Área Andina
IE5	Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)
I2	Central de Abastos
M1	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR)
M2	Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF)
OM	Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ)
PR1	Asociación de Autoridades Arhuacas (Asocit)
PR2	Asociación de Municipios del Catatumbo (Asomunicipios)
PR3	Asociación para el Futuro Agropecuario Campesino (Asofuaca)
PR4	Asociación de Productores Agroecológicos Indígenas Kankuamos de la Sierra Nevada de Santa Marta (Asoprokan)

Fuente: Elaboración propia

El análisis de redes utiliza criterios de densidad, cohesión, centralización, intermediación y proximidad en el relacionamiento de los actores y con ello permite identificar las alternativas de intervención en el territorio (Velásquez & Aguilar, 2005). También permite una identificación precisa de los actores clave para la dinamización del uso y conocimiento relacionado con las variedades del frijol biofortificado Corpoica Rojo 39 y Corpoica Rojo 43.

Densidad

La densidad se considera una medida de cohesión entre los actores de la red (Borgatti, Everett, & Johnson, 2013). Básicamente mide el número de vínculos existentes y los presenta como una proporción del número de vínculos posibles. Este indicador es aplicable tanto al actor como a la red completa, se expresa en porcentajes e indica la conectividad de la red (Velásquez & Aguilar, 2005).

La densidad de la red se calcula del siguiente modo: $\text{Número de relaciones existentes} / \text{Número de relaciones posibles} \times 100$.

En este caso, el porcentaje de densidad de la red es de 50%, lo cual indica que los actores tienen buen nivel de relacionamiento. Sin embrago, en la figura 17, se observa que las relaciones existentes tienen un alto porcentaje de debilidad (0,78 %), lo que indica que se debe trabajar en fortalecer las relaciones de confianza y cooperación entre las diferentes instituciones.

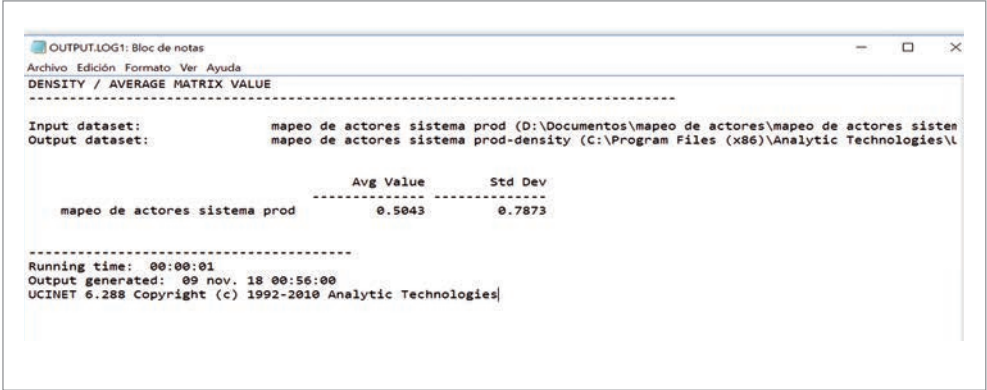


Figura 17. Salida con los resultados de promedio y desviación de densidad de la red de actores relevantes que se relacionan de forma variable con la cadena de suministro de frijol.
Fuente: Resultados arrojados por el *software* Ucinet con datos recopilados por los investigadores

Centralidad

Es un indicador que permite analizar actores individuales, no la red en su conjunto. El grado de centralidad indica el número de actores con los cuales se relaciona directamente cada actor.

En la figura 18 se observa que los actores mejor relacionados en el sistema productivo del frijol, en el departamento del Cesar, son AG5 y CI1, con 33 grados de entrada, y que los actores AG4 y AG5 son los que tienen mayor grado de salida, con 34 y 30 grados respectivamente, lo que los convierte en actores *diffuse* (actores con capacidad para acceder al resto de la red).

		1 OutDegree	2 InDegree	3 NrmOutDeg	4 NrmInDeg
4	AG4	34.000	27.000	60.714	48.214
5	AG5	30.000	33.000	53.571	58.929
1	AG1	27.000	17.000	48.214	30.357
14	CI1	26.000	33.000	46.429	58.929
2	AG2	25.000	19.000	44.643	33.929
21	GB5	22.000	11.000	39.286	19.643
8	IE1	20.000	24.000	35.714	42.857
12	IE3	17.000	11.000	30.357	19.643
15	GB1	16.000	16.000	28.571	28.571
17	GB3	15.000	14.000	26.786	25.000
19	EF1	15.000	15.000	26.786	26.786
10	I1	14.000	16.000	25.000	28.571
18	GB4	14.000	16.000	25.000	28.571
16	GB2	12.000	9.000	21.429	16.071
25	PR3	12.000	5.000	21.429	8.929
22	I2	12.000	7.000	21.429	12.500
24	PR2	11.000	5.000	19.643	8.929
28	PR4	11.000	8.000	19.643	14.286
9	C1	10.000	12.000	17.857	21.429
23	PR1	10.000	6.000	17.857	10.714
11	IE2	10.000	10.000	17.857	17.857
7	M2	10.000	10.000	17.857	17.857
20	Id1	8.000	8.000	14.286	14.286
29	IE5	8.000	4.000	14.286	7.143
13	IE4	8.000	10.000	14.286	17.857
27	M1	6.000	27.000	10.714	48.214
26	OM	6.000	5.000	10.714	8.929
3	AG3	0.000	20.000	0.000	35.714
6	AG6	0.000	11.000	0.000	19.643

Figura 18. Salida de relacionamiento de cada actor referido en los talleres de productores de la cadena de suministro de frijol común en el Cesar.

Fuente: Resultados arrojados por el *software* Ucinet con datos recopilados por los investigadores

Centralización

Este indicador es aplicable a la red completa, no a los actores por separado. Indica el papel que puede desempeñar un actor cuando está altamente conectado dentro de la red.

El índice de centralización se expresa en porcentajes. El 100% indica la existencia de un actor que concentra los flujos, y el 0% significa que no existe un actor con esa característica. Existen grados de centralización de entrada y salida.

En el caso de la figura 19, la red tiene un comportamiento similar en grados de entrada y salida, lo que indica que los actores tienen diferentes rutas para acceder al resto de los nodos.

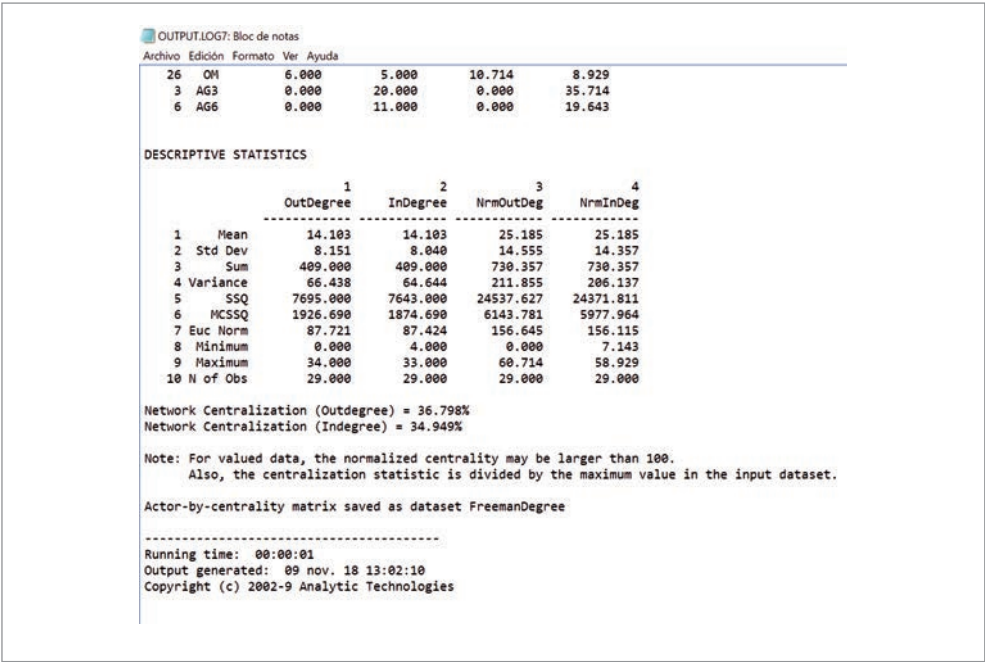


Figura 19. Grados de centralización de entrada y salida de la red de actores relevantes que se relacionan de forma variable con la cadena de suministro de frijol.
Fuente: Resultados arrojados por el *software* Ucinet con datos recopilados por los investigadores

Indicador de cobertura

Señala la proporción de actores que alcanza un actor y permite identificar cuáles son clave dentro de la red. Se pueden identificar tres tipos de actores: *harvest* (actores encargados de sondear), *diffuse* (difusor), *disrupt* (actor no adecuado para la red) (figura 20).

Aparte de los tres tipos de actores ya mencionados, el *software* UCINET genera cuatro opciones con las cuales un actor podría alcanzar 100% de cobertura de la red (figuras 20, 21, 22, 23).

Results Sets

- [-] Harvest 5 nodes. Maximize nodes. (11/11/2018 7:48:02 p.m.)
 - Percentage of nodes harvested 100,000%: "AG3" "AG4" "AG5" "AG6" "CI1"
 - Percentage of nodes harvested 100,000%: "AG3" "AG4" "AG5" "AG6" "M1"
 - Percentage of nodes harvested 100,000%: "AG3" "AG4" "AG6" "CI1" "M1"
 - Percentage of nodes harvested 100,000%: "AG3" "AG5" "AG6" "CI1" "M1"
- [-] Diffuse 5 nodes. Maximize nodes. (11/11/2018 7:48:13 p.m.)
 - Percentage of nodes reached 100,000%: "AG1" "AG2" "AG4" "AG5" "CI1"
- [-] Remove 3 nodes. Maximize fragmentation. (11/11/2018 7:48:24 p.m.)
 - Fragmentation delta is 0,250: "AG4" "CI1" "GB1"
 - Fragmentation delta is 0,250: "AG5" "CI1" "GB1"

Figura 20. Selección de actores con mayor influencia en la red de actores relevantes que se relacionan de forma variable con la cadena de suministro de frijol.

Fuente: Resultados arrojados por el *software* Ucinet con datos recopilados por los investigadores

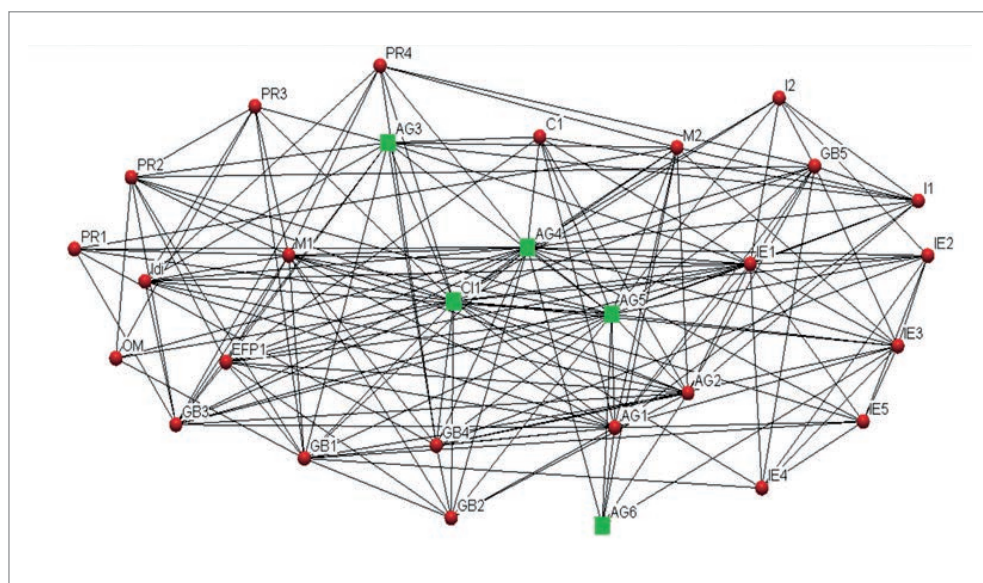


Figura 21. Opción 1 identificada en los talleres con productores para alcanzar 100% de cobertura de la red de actores relevantes que se relacionan de forma variable con la cadena de suministro de frijol.

Fuente: Resultados arrojados por el *software* Ucinet con datos recopilados por los investigadores

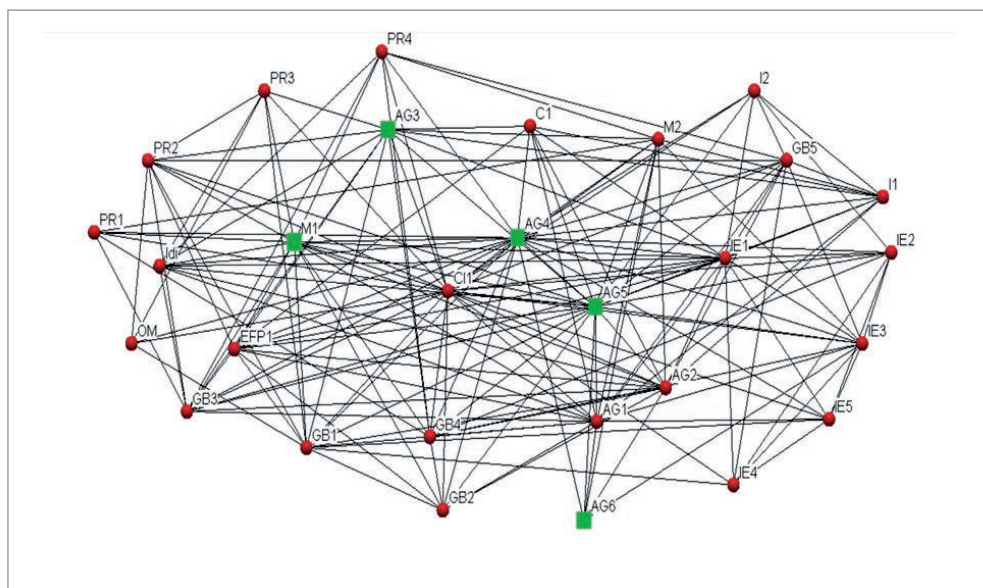


Figura 22. Opción 2 identificada en los talleres con productores para alcanzar 100% de cobertura de la red de actores relevantes que se relacionan de forma variable con la cadena de suministro de frijol.

Fuente: Resultados arrojados por el *software* Ucinet con datos recopilados por los investigadores

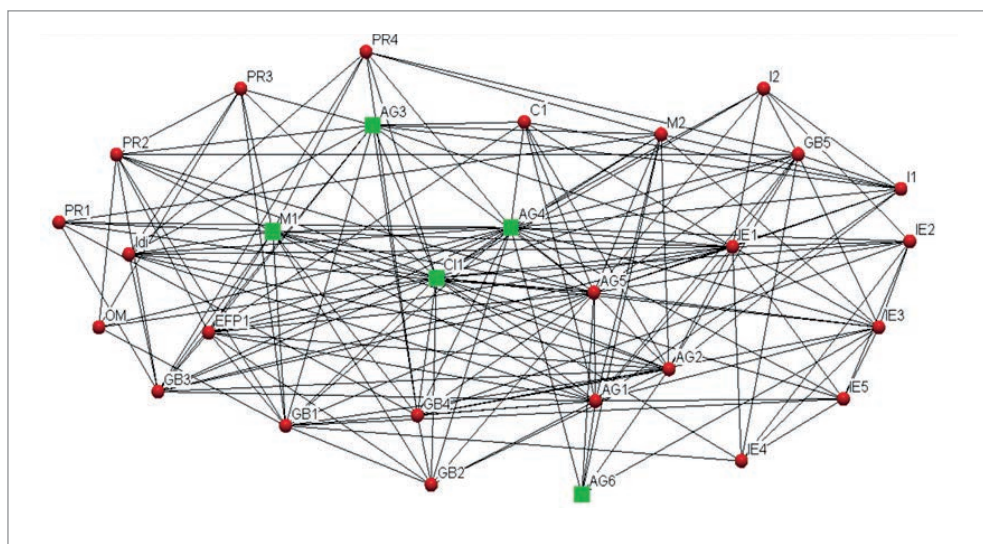


Figura 23. Opción 3 identificada en los talleres con productores para alcanzar 100% de cobertura de la red de actores relevantes que se relacionan de forma variable con la cadena de suministro de frijol.

Fuente: Resultados arrojados por el *software* Ucinet con datos recopilados por los investigadores

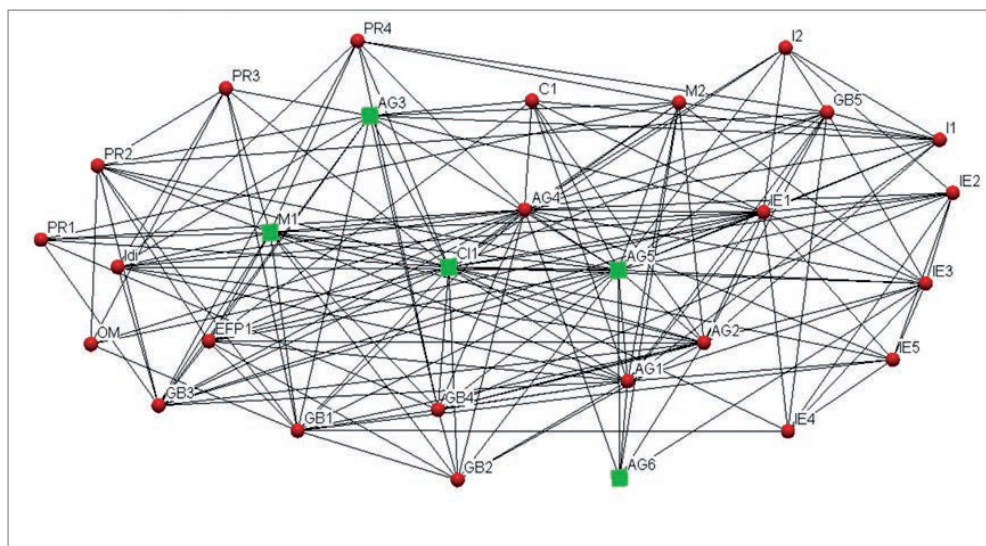


Figura 24. Opción 4 identificada en los talleres con productores para alcanzar 100% de cobertura de la red de actores relevantes que se relacionan de forma variable con la cadena de suministro de frijol.

Fuente: Resultados arrojados por el *software* Ucinet con datos recopilados por los investigadores

La identificación del Ministerio de Agricultura, de dos secretarías dependientes de la Gobernación del Cesar, de dos municipios y de AGROSAVIA como actores centrales y relevantes en la red de innovación del sector hortícola del Cesar, no es caprichosa y concuerda con otros estudios llevados a cabo en Suramérica que destacan el papel del sector gubernamental en la vinculación de la innovación. Por ejemplo, los mecanismos que permiten a los agricultores obtener mejores resultados con estrategias de innovación se abordan en un estudio que describe las relaciones entre los determinantes de la apropiación de valor y las estrategias de innovación en la agricultura familiar del estado de Paraná, en Brasil. El estudio analiza encuestas mediante estadística descriptiva y correlación, y sus resultados muestran que, en términos generales, los agricultores no acceden a los determinantes de la apropiación de valor por medio de la innovación. Sin embargo, el acceso a programas gubernamentales que integran la comercialización y el cooperativismo mejora la relación con los determinantes de la apropiación del valor creado por la innovación. La razón es que dicho acceso fortalece la capacidad de negociación de precios de los productores y les permite escapar de la interacción biunívoca de la oferta y la demanda que existe en torno a los productos genéricos (Baggio & Kuhl, 2018). Para el caso del presente estudio, la identificación de la Asociación Hortifrutícola de Colombia (Asohofrucol) como actor clave indica la relevancia de priorizar una canasta de

productos sustentables, con especies permanentes y semianuales, compatibles con las zonas de aptitud identificadas para el frijol común. En este sentido, Asohofrucol podría desempeñar el rol de ente articulador con otros gremios como Fenalce, la Federación Nacional de Cafeteros y la Federación Nacional de Cacaoteros (Fedecacao).

Escenarios para la promoción del frijol en el departamento del Cesar

La sostenibilidad territorial es mucho más cercana a la visión agroecológica de la producción. En esta última se congregan ideas sobre un enfoque de la agricultura más ligado al medio ambiente y más sensible socialmente. Es una visión que no solo se centra en la producción, sino también en la sostenibilidad socioecológica del sistema (Bolaños, 2018). El análisis integral de las condiciones de la cadena de suministro de frijol en la subregión estudiada indica que debe priorizarse el esquema de agricultura intensiva sostenible con producción asociativa. Es necesario, por tanto, fijar la atención en la contribución que hace este producto a la agricultura familiar, la economía campesina y la seguridad alimentaria del productor y la región. La transformación productiva del frijol, además, implica avanzar en la zonificación del cultivo. Hay que empezar por indicar cuáles zonas pueden destinarse a la economía campesina y cuáles son las de mayor aptitud para la producción comercial. Adicionalmente, en las zonas de mayor aptitud, se requiere el concurso de los actores regionales, para fomentar las cadenas de suministro y transformación asociativa y disminuir la intermediación. Estos actores han sido identificados en estudios recientes del CIAT que incluyen mapeo de actores y mapeo de necesidades de información agroclimática del frijol y que fueron llevados a cabo en Santander, departamento de donde proviene el frijol comercializado en el Cesar. Corresponden a productores, intermediarios, entidades financieras, medios de comunicación, proveedores de insumos, agremiaciones de productores, entidades gubernamentales, expertos, asociaciones de fomento, proveedores de crédito informal y tomadores de decisiones (Blundo et al., 2016).

En el norte del Cesar se pueden establecer anillos agroalimentarios que vinculen zonas de alta aptitud para el cultivo de frijol, como Valledupar y La Paz. Estas zonas tienen vías de acceso en buen estado y un adecuado suministro eléctrico, condiciones que permiten avanzar en una agroindustrialización cercana a

las zonas de producción y disminuir la huella de carbono de los productos. Esta estrategia se puede consolidar si se privilegia el consumo de los granos producidos en la región y si se mejora la calidad y presentación del producto para facilitar su inserción en los mercados regionales y de cadena. De otra parte, la problemática ligada al desabastecimiento del grano durante ciertas épocas del año se puede superar con la habilitación de los minidistritos de riego que actualmente son inoperantes en la zona de vocación productiva del frijol. Este contexto regional es similar al observado en la cadena de frijol de Nicaragua. Allí, para mejorar la inserción formal al mercado de los productores de frijol, se recomienda fomentar la asociatividad de los productores a lo largo de la cadena agroproductiva y las economías de escala. Se requiere, por tanto, concentrar los esfuerzos a corto plazo en la selección y el empaque adecuados del grano y, a mediano plazo, en las estrategias de transformación. Adicionalmente, es importante invertir en la gestión de la calidad y el ambiente difundiendo buenas prácticas agrícolas e implementando sellos de certificación de calidad y medio ambiente (Quiroz, Reyes, Pérez, & Urbina, 2009).

El suministro continuado del producto requiere la siembra escalonada del frijol. En este sentido, podrían aprovecharse los ciclos contrastantes de precipitación y duración de las lluvias que se presentan en los sistemas montañosos predominantes (Serranía del Perijá y Sierra Nevada de Santa Marta). La cadena de suministro del Cesar debe integrar las asociaciones de productores de estas zonas para que, de este modo, puedan sincronizar sus épocas de siembra con una buena disponibilidad de los sistemas de riego suplementario. Además, las asociaciones vinculadas deben enfocarse en la productividad por área y no en la siembra de áreas mayores. Esta estrategia maximizaría el uso de la mano de obra familiar y facilitaría un control cultural más intenso del cultivo. Sería una estrategia acorde con los lineamientos de la producción intensiva sostenible promovida por AGROSAVIA, basada en el aprovechamiento racional de los recursos y la maximización de la productividad mediante el empoderamiento del productor en el manejo eficiente del riego, los agroinsumos, la semilla de buena calidad y la información agroclimática y de mercados (Hruska, 2015). Precisamente, con respecto a la sostenibilidad del cultivo, también cabe anotar aquí que es necesario enfocarse en el mantenimiento de la calidad del suelo y el uso eficiente del agua, y en la maximización de la biodiversidad por área como factor de promoción de la sanidad del cultivo (Sarandón et al., 2006). Como condición para esto, se debe romper el esquema de uso de la “semilla de costal” y promover el uso de variedades mejoradas y semillas de calidad, como es el

caso de las variedades de frijol biofortificado Corpoica Rojo 39 y 43. La carencia de un sistema regional de producción de la semilla provoca un manejo inapropiado del sistema productivo y facilita la transmisión de enfermedades desde la planta hasta el grano, lo cual constituye uno de los principales problemas sanitarios asociados al frijol. El productor destina una fracción de su cosecha para la semilla del siguiente ciclo, práctica que convierte a la semilla en un posible vehículo de fitopatógenos de importancia económica para el frijol de la región (Gallego et al., 2010; Tamayo & Londoño, 2001).

Adicionalmente, la planificación de los circuitos agroalimentarios basados en el frijol debe hacerse en áreas con suelos de vocación agrícola, es decir, en zonas con pendientes moderadas donde la actividad agrícola no promueva la degradación del suelo, acordes con lo recomendado por la Unidad de Planificación de Tierras Rurales, Adecuación de Tierras y Usos Agropecuarios (UPRA) y con los resultados de la presente investigación. San José de Oriente cumple los criterios productivos para la promoción del frijol biofortificado porque posee tales suelos de vocación agrícola y porque además cuenta con vías de acceso carretables que lo comunican con los centros urbanos. Se trata, por tanto, de una zona apta para ser articulada en los circuitos cortos de comercialización agroalimentaria visualizados como una estrategia para el fomento y la diversificación productiva de la agricultura familiar. Una de las ventajas adicionales de estas formas de circulación agroalimentaria es que limitan el número de intermediarios, si bien es necesario revisar las relaciones entre producción y consumo para redistribuir los beneficios que se derivan de abaratar los costos y tener una oferta de productos diferenciados. Todas estas condiciones configuran un nuevo imaginario en el que el acortamiento del canal se produce no solo en términos de distancia geográfica, sino también en términos sociales y culturales, gracias a la confianza y los valores compartidos en torno a las particularidades de los alimentos que circulan. Además, los circuitos cortos pueden fungir como redes alimentarias alternativas, diferentes a las de las grandes empresas de comercialización, que podrían traer ventajas a los productores del territorio, al medio ambiente y al desarrollo rural. El papel subordinado del productor en las cadenas convencionales se transformaría así en uno más activo, ya que el nuevo circuito generaría posibilidades de trazabilidad que favorecerían la inocuidad de los productos locales (Craviotti & Soleno, 2015; Ruiz, 2013).

La consolidación de los circuitos no puede lograrse sin la gestión social y sin la sensibilización del consumidor frente a las ventajas intangibles de favorecer la producción local. Este cambio en la percepción del consumidor solo puede conseguirse con el concurso de medios de comunicación de amplia cobertura como la radio privada, comunitaria y las redes sociales que ayudarían a promocionar los productos diferenciados y a difundir sus ventajas (Cepal, 2016). El facilitamiento de productos diferenciados en los circuitos agroalimentarios puede favorecer en el mediano plazo la agroindustria del frijol, especialmente de las variedades biofortificadas. En la actualidad, la región presenta una nula segmentación del mercado, y el procesamiento se enfoca exclusivamente en el beneficio y el empaque del grano. El frijol se vende sin empaçar y sin clasificar en las tiendas de barrios y la plaza de mercado, y solo se ofrece limpio, seleccionado y empaçado en los supermercados y minimercados. Hay que mejorar el procesamiento y aprovechar el potencial agroindustrial del grano, que incluye la producción de harinas, leches vegetales tipo leche de soya y el desarrollo de nuevos subproductos que respondan a las demandas de la industria alimenticia regional humana y animal. Este sería un nicho de segmentación de mercado con ventajas comparativas para los frijoles biofortificados en vista de sus beneficios nutricionales, que son similares a los de la soya (Caballero et al., 2014; Tofiño, Tofiño, & Jiménez, 2012).

Existe también una demanda de bioproductos de calidad. Los abonos orgánicos disponibles en la región deben cumplir con las normativas del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), y los bioproductos derivados del frijol biofortificado podrían contar con el apoyo de laboratorios de microbiología para garantizar la calidad sanitaria de cada uno de los lotes producidos. Además, se podrían instalar biofábricas regionales de cepas autóctonas con potencial biotecnológico de *Trichoderma*, *Beauveria* y *Metarhizium* y de micorrizas, que se acoplen a un sistema productivo del frijol acorde con las recomendaciones de AGROSAVIA para alcanzar una producción sostenible. Cabe resaltar aquí que actualmente los bioinsumos provienen de Antioquia, Bogotá y Valle del Cauca (Melo et al., 2015).

Los resultados del mapeo de actores y capacidades permitieron priorizar, por su alta centralización e intermediación, actores como el Ministerio de Agricultura, la Secretaría de Agricultura Departamental, el SENA, la Assofrucol, el PAE, la Alcaldía de Río de Oro y AGROSAVIA. Estos actores podrían tener dife-

rentes caminos de interacción efectiva para dinamizar la red completa, según el *software* UCINET.

La subregión posee la capacidad de sostener este tipo de emprendimientos de promoción de la producción y aprovechamiento sostenible del frijol biofortificado dado que tiene en su territorio algunas entidades clave. El SENA está presente con el Centro Biotecnológico del Caribe (CBC), el cual cuenta con una unidad de planificación de escala industrial para el desarrollo de nuevos productos agroalimentarios basados en harina, y con el Programa TecnoParques, que tiene iniciativas para la producción de nuevos productos destinados a la industria avícola. El nuevo sistema también podría beneficiarse de los programas de educación superior que se ofrecen en la región, como los de Ingeniería Agroindustrial (Universidad Popular del Cesar), Ingeniería Industrial (Universidad de Santander), Ingeniería Ambiental (Universidad de La Guajira), Agronomía (Universidad del Magdalena), y la Especialización Agroindustrial dictada por el SENA regional del Magdalena. Como opción de titulación, estos programas podrían ofrecer una práctica rural de un año, cuyo objetivo sea formar un capital humano que, de manera conjunta con el SENA, se responsabilice de dinamizar el subsistema de Asistencia Técnica Agrícola (ATA) y aporte beneficios a los departamentos que componen la subregión del Caribe seco.

Adicionalmente, en asocio con el SENA, las biofábricas pueden desarrollar la estrategia *spin-off* implementada por el Programa de Microbiología de la Universidad Popular del Cesar (UPC) en la estación del Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé) de Pueblo Bello. La gestión de redes integradas puede crear facilidades para que la masa crítica regional se forme en la Planta de Bioinsumos de AGROSAVIA, en el Centro de Investigación de Tibaitatá. Actualmente, AGROSAVIA cuenta con alianzas de investigación y formación con universidades acreditadas en alta calidad como Los Andes, alianzas que podrían extenderse a universidades no acreditadas, localizadas en zonas con ecosistemas vulnerables del Caribe seco colombiano como el zonobioma del bosque seco tropical, el zonobioma del desierto tropical, el helobioma del zonobioma del bosque seco tropical y el helobioma del zonobioma del desierto tropical. Estos ecosistemas, categorizados en peligro crítico, abarcan el 58 % del Caribe y requieren acciones de restauración y conservación (Etter et al., 2017).

Como refuerzo del trabajo en red, podrían consolidarse a nivel regional iniciativas como la de Mercabastos de Valledupar, la cual facilita la inserción en el mercado de grandes volúmenes del frijol y otros productos básicos locales. Este emprendimiento podría, por ejemplo, integrar a una empresa empackadora de frijol ubicada en Barranquilla, que es única a nivel regional. Además, podría valerse de la producción local para suplir la demanda a todo lo largo del año, especialmente en aquellas temporadas en las que habitualmente se reduce la oferta. Según la Central de Abastos de Valledupar, los meses de menor oferta del frijol son marzo, abril, mayo, agosto, septiembre, octubre y noviembre. Adicionalmente, el Cesar no suele considerarse como uno de los departamentos de procedencia del grano, a diferencia de Santander, Bolívar, Antioquia, Boyacá, Cundinamarca, Huila o Nariño (Barrios, 2013). Sin embargo, estudios realizados por AGROSAVIA en siete ciudades de la costa Caribe indican que Río de Oro es uno de los sitios de origen del frijol Zaragoza comercializado en el Caribe (el 70 % de los mayoristas encuestados en el estudio señaló a este municipio del Cesar como sitio de procedencia, junto con Ocaña, en Santander). Lo anterior significa que la siembra escalonada de frijol puede suplir la demanda en épocas de baja oferta. En este sentido, Río de Oro es un territorio que produce frijol a lo largo de todo el año, dada la disponibilidad de reservorios en las fincas, práctica poco implementada en el norte del Cesar (AGROSAVIA, 2018a). Los biofortificados cuentan con ventajas comparativas dada su tolerancia al estrés hídrico, lo cual permite una producción con baja adición de riego y por fuera de los picos productivos (Tofiño, Velásquez, & Zapata, 2016).

El frijol está priorizado en los planes de desarrollo de los municipios con vocación productora del cultivo, por lo cual pueden destinarse recursos locales para mejorar elementos de la capacidad instalada, como los minidistritos de riego o los centros de acopio, beneficio y empaque, y para fortalecer la operatividad de las asociaciones que están legalizadas en la actualidad. La Cámara de Comercio de Valledupar participa en proyectos de generación de valor agregado, especialmente en el sector lácteo (el clúster lácteo del Cesar es un ejemplo), que integran iniciativas internacionales como el Programa AL-Invest 5.0, financiado por la Unión Europea (2018). La Cámara puede aportar experiencias exitosas como estas, provenientes de otros sectores, para agregar valor a la cadena de suministro de frijol. Estos actores locales, que son sensibles a la necesidad de integrar las estrategias agroalimentarias a los procesos de desarrollo local, solo requieren articularse con el sistema del

frijol. Además, en la zona existen industrias de panificación como Servipan, que necesitan enriquecer su oferta con productos alimenticios nutraceuticos. Las harinas de trigo con adición de harinas de frijol y yuca biofortificadas pueden convertirse en materia prima de nuevas preparaciones destinadas a un mercado suntuario asociado a la salud (Caballero et al., 2014). Las variedades de frijol biofortificado Corpoica Rojo 39 y 43 pueden suplir la demanda de estos mercados nutraceuticos, y también de los programas de seguridad alimentaria regional dirigidos a la población vulnerable (Tofiño et al., 2011; Tofiño et al., 2012). La Secretaría de Agricultura y el PAE del departamento del Cesar desempeñan un rol central en la cadena regional del frijol puesto que la dinamizan. El PAE, que en 2015 tuvo un presupuesto de \$20.732 millones, tiene una cobertura de 56 % y suministra tres raciones semanales de frijol a los estudiantes incluidos en el programa. Solamente en Valledupar se benefician del programa 71.450 estudiantes (Contraloría General de la República, 2016).

En el Cesar se registran pocas opciones de financiamiento para el cultivo de frijol. Cabe mencionar aquí los recursos que han recibido, por medio del MADR, diferentes entidades del departamento para la promoción de la siembra del frijol. Entre ellos se pueden mencionar los apoyos a las alianzas productivas brindados por la Federación Nacional de Cafeteros y la Asociación de Municipios del Catatumbo (Asomunicipios) en 2007, 2013 y 2014; los recursos entregados por el Fondo Adaptación en 2010-2011, y la financiación de asistencia técnica para el frijol que hizo el MADR durante el periodo 2012-2014. Además, en 2017, Asomunicipios formó una alianza con la Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ) para brindar asistencia técnica del frijol en el sur del Cesar y en Norte de Santander. El mapeo permitió identificar otras pocas iniciativas, en su mayoría dirigidas a conservar las variedades locales. Entre ellas está un programa financiado por la Alcaldía de Río de Oro, que contó con el apoyo del Banco Agrario (Banagrario) y la asistencia técnica de Asomunicipios, en el que 26 familias productoras de frijol se convirtieron en custodias de semillas nativas del tipo billorro y cabecita negra y se promovió su siembra en 7 familias. En Valledupar, en la zona de Atanquez, la Asociación de Productores Agroecológicos Indígenas Kankuamos de la Sierra Nevada de Santa Marta (Asoprokan) financia la conservación de semilla local al interior del resguardo kankuamo. Adicionalmente, el cabildo kankuamo adelanta un programa de recuperación, conservación y multiplicación de semillas propias de especies como frijol, maíz, plátano y plantas medicinales, financiado por el Ministerio de la Protección Social. Este programa incluye intercambio de semillas con

arhuacos pertenecientes a la Asociación de Autoridades Arhuacas (Asocit), organización que, a su vez, apalanca programas internos de conservación de semillas propias de frijol al interior de los resguardos arhuacos. Finalmente, la Fenalce adelantó en 2017 un programa de diversificación de frijol y maíz.

La baja promoción de cultivos ricos en proteína y micronutrientes en el Cesar resulta preocupante. De acuerdo con estudios realizados por HarvestPlus LAC, y según el índice de priorización aplicado en todo el país, el departamento del Cesar se encuentra en una zona que requiere la intervención y el impacto de los cultivos biofortificados. El índice de priorización de regiones para intervenciones con cultivos biofortificados es una medida geográfica que identifica y clasifica los diferentes departamentos del país según el impacto potencial que la biofortificación podría tener en el nivel nutricional de sus habitantes más vulnerables, como niños y niñas menores de cinco años y mujeres gestantes (Pérez, 2015). Los frijoles biofortificados, por tanto, son un producto ideal para incluir, de manera integral, en el conjunto de acciones estatales en seguridad alimentaria. Los tomadores de decisiones pueden orientar en esta dirección el eslabonamiento del mercado del grano; dada su injerencia en las minutas de los proveedores de los programas, pueden priorizar la compra regional del frijol biofortificado y tener en cuenta para esto las áreas establecidas y las asociaciones de productores beneficiadas con semillas. En el presente estudio se sugieren acciones de divulgación y articulación de los frijoles biofortificados con instituciones clave para impactar la red de actores en el norte del Cesar. Tales entidades son el MADR, Asohofrucol, el SENA, la Secretaría de Agricultura, el PAE y AGROSAVIA. Para el sur del Cesar, se sugiere el trabajo colaborativo entre actores como el MADR, el SENA, la Secretaría de Agricultura, Asohofrucol, la Alcaldía de Río de Oro y AGROSAVIA. Es importante resaltar que, aunque Asohofrucol no se ocupa directamente del frijol, es un actor clave para la dinamización de las nuevas variedades biofortificadas, en vista de lo integrado que se encuentra el frijol a las UPA con frutales, y en vista también de la calidad del relacionamiento de esta entidad con los actores en el territorio. De igual forma, la Federación Nacional de Cafeteros constituye un actor de potencial importancia puesto que tiene un alto impacto en la zona agroecológica propia de las nuevas variedades y dado que los caficultores también son productores de frijol.

En lo referente a la vinculación tecnológica, el presente estudio indica que las unidades productoras agropecuarias presentan bajos índices de

sustentabilidad y requieren intervenciones en los niveles tecnológico, cultural y político. En el caso de aquellas localidades ubicadas en zonas de menor aptitud para el cultivo de frijol y en suelos con vocación productiva limitada para la agricultura, es necesario avanzar en escuelas de productores donde se vinculen estrategias productivas que disminuyan el riesgo de pérdida de la calidad del suelo y mejoren las capacidades del productor para tomar decisiones sobre el manejo del cultivo y la poscosecha. Uno de los elementos que limita la tecnología local para la producción del frijol en la subregión es el desconocimiento de las características físicoquímicas del suelo. Conocer este aspecto es fundamental para tomar decisiones sobre el plan de fertilización, el manejo de arvenses y la intensidad del riego. Corpoica (AGROSAVIA en la actualidad) desarrolló una cartilla con indicadores *in situ* sobre calidad del suelo para el frijol en el Caribe seco que puede ser utilizada por los asistentes técnicos para empoderar al productor en el monitoreo de la calidad del suelo y en la disminución del impacto del cultivo de frijol sobre el suelo y el ambiente (Tofiño et al., 2016). Adicionalmente, la propuesta del arreglo multiestrato con énfasis en frijol es apropiada para la agricultura familiar ya que genera excedentes comerciales, aporta a la seguridad alimentaria y tiene un bajo impacto ambiental. En el arreglo multiestrato, la distribución espacial de las especies vegetales compatibles protege el cultivo central de la incidencia de plagas y enfermedades. Este arreglo, además, minimiza las pérdidas de suelo por erosión hídrica y eólica, conserva la humedad en el agroecosistema y disminuye la presión biótica sobre el cultivo principal, ubicado en el centro del arreglo (Corpoica, 2016) (figuras 25 y 26).

Recomendaciones

El cultivo de frijol común en el Caribe seco colombiano se basa principalmente en la economía de subsistencia, motivo por el cual el abastecimiento comercial del grano (consumo) en la región se sustenta en la producción generada en otras zonas del país. AGROSAVIA responde a esta demanda regional, ofreciendo dos nuevas variedades mejoradas con alta adaptación a la oferta bioclimática y con atributos de valor agregado, como su mayor contenido de micronutrientes. Sin embargo, la adopción de las primeras variedades mejoradas de frijol común y de los sistemas productivos propuestos para el territorio, con atributos de valor como la biofortificación y un paquete tecnológico sostenible, no garantiza por sí misma la sostenibilidad. Para alcanzar esta meta también hay que tener en cuenta la vocación productiva y el autoconsumo y otros factores preponderantes como el acceso a crédito y al mercado, la estabilidad de los precios y la relación costo-beneficio.

Adicionalmente, uno de los grandes retos de AGROSAVIA es generar documentos técnicos que incrementen la oferta disponible para los asistentes técnicos y la academia y vinculen su oferta tecnológica en las diferentes regiones del país. El presente documento responde a este objetivo ya que identifica las estrategias de vinculación tecnológica y articulación productiva de dos variedades de frijol biofortificado, con sus respectivos modelos productivos, para facilitar su adopción sostenible en el departamento del Cesar.

AGROSAVIA incluye la noción de ‘territorio’ en su accionar MAS del SNCTA para incrementar el impacto social de su oferta tecnológica. Esto constituye un reto a la luz de la Ley 1876 de 2017 del SNIA, ya que no solo implica generar variedades de alta eficiencia agronómica. También hay que efectuar un análisis multidimensional que identifique las zonas con ventajas comparativas para la

producción, las tipologías de productor que deben impactarse, los mercados y los volúmenes que estos pueden absorber, y los actores clave del territorio que pueden facilitar la articulación productiva y la asistencia técnica. Como contribución a este objetivo, el presente trabajo refiere los resultados del análisis llevado a cabo en el departamento del Cesar con miras a introducir en la zona las variedades mejoradas de frijol biofortificado Corpoica Rojo 39 y 43. Por medio de un enfoque multidisciplinario, se empezó por generar mapas de aptitud agroclimática para el frijol en el Cesar, que se cruzaron con históricos de las áreas de siembra correspondientes a diez años para establecer los nichos productivos. En estos nichos priorizados se desarrollaron talleres de consenso para identificar las tipologías de productor y las características socioeconómicas, y se diagnosticó la sustentabilidad de las fincas por medio de visitas a los predios, entrevistas semiestructuradas y la aplicación de un instrumento de valoración del manejo de fincas. También se adelantaron talleres para definir el costo de producción por kilogramo y se hizo un análisis de riesgo de precios del frijol por medio de una simulación estocástica. En conjunto, esta aproximación metodológica permitió establecer que la articulación de los productores al comercio formal de frijol es viable en las localidades en donde los centros de producción y comercialización son cercanos, las vías son transitables a todo lo largo del año, la mano de obra familiar está disponible, la finca diversifica sus ingresos con cultivos permanentes y la producción asociativa es posible. Se identificaron también las limitantes, entre las cuales sobresalen el difícil acceso a crédito y a Internet, los altos precios de los insumos y la intermediación.

Dado que los productores aceptaron probar en campo las variedades biofortificadas y reconocieron la importancia del manejo sostenible del cultivo, se propusieron aquí algunas acciones y estrategias de vinculación con actores clave, que responden al análisis biosocial llevado a cabo en la zona. Estas acciones y estrategias pretenden dinamizar el eslabonamiento productivo de las variedades de frijol biofortificado dentro del marco de acción MAS de AGROSAVIA. La nueva metodología propuesta enriquecerá la caja de herramientas disponible en AGROSAVIA para la vinculación tecnológica, a partir de una reingeniería de la metodología y las capacidades alcanzadas durante el proyecto MAPA y la operatividad de la visión territorial incluida en el MEC. Además de la integración de nuevos instrumentos como Turning Point, UCINET y @risk, y gracias al acople de estos elementos, se logró consolidar una metodología aplicada al frijol común que podrá utilizarse en otros sistemas

productivos para seleccionar, bajo criterios técnicos y objetivos, las zonas de impacto de la oferta tecnológica de variedades, las tipologías del productor y el mercado objetivo, todo esto de acuerdo con la perspectiva de una agricultura climáticamente inteligente y la vocación productiva de cada territorio.

Los elementos metodológicos planteados para la especie estudiada en este trabajo y las variedades mejoradas de frijol biofortificado Corpoica Rojo 39 y 43 se emplean actualmente en la estrategia de vinculación de la oferta tecnológica y están arrojando el resultado esperado de consolidar un tejido social que ayude a difundir el cultivo. En la actualidad, entidades locales como las alcaldías de Manaure Balcón del Cesar y La Paz están apostando por una producción asociativa y por unos ciclos cortos de comercialización que posicionen un producto con valor agregado. Los resultados alcanzados sugieren que un análisis integral de la cadena de suministro que permita identificar las zonas de producción y los actores que deben sensibilizarse y articularse con las variedades, facilita la aceptación de la innovación por parte de los pequeños productores del Caribe seco. Sin embargo, la baja sustentabilidad encontrada en la zona evaluada (San José de Oriente, municipio de La Paz) indica que se requiere el esfuerzo aunado tanto de AGROSAVIA como del SENA y los entes locales para la sensibilización de los productores y para hacer que el modelo productivo convencional migre hacia el modelo productivo sostenible propuesto para las nuevas variedades biofortificadas de frijol.

La orientación productiva del frijol común en el departamento del Cesar plantea el reto de identificar y promocionar una canasta productiva con ventajas comparativas en el territorio, que incluya especies compatibles con ese cultivo. Es un reto que también requiere fomentar dinámicas de agregación de valor y asociatividad que garanticen volumen y ruptura de los picos productivos registradas en la zona, y en tal sentido, el frijol biofortificado constituye una estrategia para conseguir esa agregación de valor. Además, la consolidación de la cadena de suministro requiere promocionar a las empresas emparadoras de grano que funcionan en la región, tener una producción con sello verde y obtener derivados del frijol para la alimentación humana y animal. En este propósito deben ayudar los tomadores de decisiones, definiendo los corredores alimentarios donde se van a privilegiar los ciclos cortos de comercialización de la producción local. El mapeo de actores identificó las instituciones que pueden tener mayor relevancia al

momento de dinamizar la promoción de los frijoles biofortificados, y en adelante AGROSAVIA debe tenerlos en cuenta en sus estrategias de vinculación tecnológica. En el presente ejercicio también se identificaron algunas opciones potenciales, las cuales, con un esfuerzo interinstitucional, podrían hacer del frijol un cultivo que arroje mayores beneficios en todos los escenarios de riesgo y con las tipologías de productores identificadas en la zona.

Los autores

Yanine Rozo Leguizamón

yrozo@agrosavia.co

Ingeniera agrónoma, magíster en Planeación Socioeconómica. Se ha desempeñado en las áreas de socioeconomía, desarrollo rural y sociología rural, en temas de caracterización de sistemas productivos de hortalizas.

Andrés Felipe Zabala Perilla

Ingeniero agrónomo, magíster en Economía Agraria y estudiante de doctorado en Agricultural Science Education and Communication. Cuenta con experiencia en análisis socioeconómico de sistemas de agricultura campesina.

Adriana Patricia Tofiño Rivera

atofino@agrosavia.co

Ingeniera agrónoma, magíster en Ciencias Agrarias, PhD en Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Colombia. Ha trabajado en investigación y docencia universitaria, en recursos fitogenéticos neotropicales, fitopatología y fisiología vegetal, biotecnología y procesos sostenibles de producción de cultivos biofortificados, hortalizas, raíces y tubérculos. Actualmente, es investigadora PhD senior, adscrita a la Red de Hortalizas y Aromáticas de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).



AGROSAVIA

AGROSAVIA

GOBIERNO DE COLOMBIA

AGROSAVIA

GOBIERNO DE COLOMBIA

Formulario de registro de productores agropecuarios

Nombre del productor: _____

Dirección: _____

Identificación: _____

Fecha de registro: _____

AGROSAVIA

Formulario de registro de productores agropecuarios

Nombre del productor: _____

Dirección: _____

Identificación: _____

Fecha de registro: _____

AGROSAVIA

- Aguilar, N., Olvera, J., & Martínez, E. (2011). *Uso básico del software Ucinet para el análisis de redes sociales y cálculo de indicadores*. Chapingo, México: Universidad Autónoma Chapingo.
- Alarcón, J., & Pabón, J. (2013). El cambio climático y la distribución espacial de las formaciones vegetales en Colombia. *Colombia Forestal*, 16(2), 171-185.
- Altieri, M., & Nicholls, C. I. (2013). The adaptation and mitigation potential of traditional agriculture in a changing climate. *Climatic Change*, 140(3), 33-45.
- Arias, J., & Guzmán, M. (2004). *Capacitación en tecnología de frijol y en gestión empresarial para agricultores y técnicos de la región Andina*. Rionegro, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Arias, J., Rengifo, T., & Jaramillo, M. (2007). *Buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción de frijol voluble*. Medellín, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Baggio, C., & Kuhl, M. (2018). Determinants in value appropriation in smallholder farming innovations. *Ciência Rural*, 48(3), 1-9. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/cr/v48n3/1678-4596-cr-48-03-e20170291.pdf>.
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID), & Gobernación del Atlántico. (2011). *Caribe sin hambre*. Recuperado de http://www.atlantico.gov.co/images/stories/rendicion/caribe_sin_hambre_version_final.pdf.
- Barriga, A. (2018). Panorama de la agricultura en el Cesar. *Boletín El Palmicultor* No. 552. Recuperado de <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmicultor/article/view/12339>.
- Barrios, M. (19 de marzo de 2013). El 90% del consumo agrícola de Valledupar viene de otras regiones. *El Heraldo*. Recuperado de <https://www.elheraldo.co/region/cesar/el-90-del-consumo-agricola-de-valledupar-viene-de-otras-regiones-104010>

- Bass, S., Ramasamy, S., Dey de Pryck, F., & Battista, F. (2009). *Gestión del riesgo de desastres: una guía*. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- Benítez, P., & Miranda, M. (2013). Contaminación de aguas superficiales por residuos de plaguicidas en Venezuela y otros países de Latinoamérica [Edición especial sobre plaguicidas]. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 29, 7-23.
- Berdoulay, V. (2012). El sujeto, el lugar y la mediación del imaginario. En A. Lindón, & D. Hiernaux (Dirs.), *Geografías de lo imaginario* (pp. 49-64). Barcelona, España: Anthropos.
- Blundo, C., Giraldo, D., Gartner, C., Álvarez-Toro, P., & Pérez, L. (2016). *Mapeo de actores y necesidades de información agroclimática en los cultivos de maíz y frijol en sitios piloto, Colombia* (Documento de trabajo CCAFS No. 88). Cali, Colombia: Programa de Investigación de CGIAR en Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS).
- Bolaños, S. (2018). *Prácticas agroecológicas para mejorar la producción y la seguridad alimentaria en huertos caseros en Nicaragua central* (tesis de maestría). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [CATIE], Turrialba, Costa Rica. Recuperada de <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/7212>
- Borgatti, S., Everett, M., & Johnson, J. (2013). *Analyzing social networks*. Sevilla, España: Sage publicatios limited.
- Cabal, D., Melo, A., Lissbrant, S., Gallego, S., La O, M., & Tofiño, A. (2014). Galletas con alto valor nutricional basadas en una nueva formulación de mezclas de harinas de frijol, yuca y trigo. *Agronomía Colombiana* 32(3), 407-416.
- Clark, L. (2006). *Manual para el mapeo de redes como una estrategia de diagnóstico*. Recuperado de http://revista-redes.rediris.es/webredes/textos/Mapeo_redes_LC06.pdf
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal). (2016). *Ciencia, tecnología e innovación en la economía digital: La situación de América Latina y el Caribe*. Recuperado de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40530/3/S1600833_es.pdf
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), & Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2015). Gestión de riesgos de la agricultura familiar en ALC. *Boletín No. 4*, 1-26. Recuperado de <https://www.iica.in>.
- Contraloría General de la República. (abril, 2016). *Informe de actuación especial. Programa de Alimentación Escolar (PAE)*. Ministerio de Educación Nacional

(MEN). *Entidades territoriales Certificadas (Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba, La Guajira, Magdalena y Sucre)*. Recuperado de <https://www.contraloria.gov.co/documents/20181/782053/2016-002+Informe+Final+AE+PAE+vigencias+2014-2015.pdf/bafad69a-835a-4c10-aaaa-1102991cc074?version=1.0>.

- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). (2018a). *Determinación de la oferta del mercado de hortalizas en el Caribe. Análisis socioeconómico, tecnológico y de mercado de las principales hortalizas cultivadas en la región Caribe de Colombia* [Informe final de meta]. Recuperado de <http://intranet.corpoica.org.co/ProcesosOrganizacionales/gesprod/avangen/SitePages/InformesFinalesIPD.aspx>.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). (2018b). *Sistemas de producción de hortalizas identificados para la región Caribe con la tecnología local de producción, adscrita al proyecto de agenda interna: "Análisis socioeconómico, tecnológico y de mercado de las principales hortalizas"* [Informe final de meta]. Bogotá D. C., Colombia: autor.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). (2016). *Proyecto plan de vinculación de tecnologías para los sistemas hortícolas del Caribe, meta: Una vitrina tecnológica para agricultura familiar en hortalizas* [Informe final de meta]. Bogotá D. C., Colombia: autor.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). (2017). *Marco estratégico corporativo*. Bogotá D. C., Colombia: autor.
- Craviotti, C., & Soleno, R. (2015). Circuitos cortos de comercialización agroalimentaria: un acercamiento desde la agricultura familiar diversificada en Argentina. *Mundo Agrario*, 16(33). Buenos Aires, Argentina. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/845/84544434001/html/index.html>.
- Del Castillo, S., Fonseca, Z., Mantilla, M., & Mendieta, N. (2012). Estudio para la medición de seguridad alimentaria y nutricional en el Magdalena medio colombiano. Caso Cesar. *Revista Facultad de Medicina*, 60(1), 13-27.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2016). *Resultados tercer censo nacional agropecuario*. Bogotá D. C., Colombia: MADR.
- Etter, A., Andrade, A., Saavedra, K., Amaya, P., Arévalo, P., Cortés, J., ... Soler, D. (2017). *Lista Roja de Ecosistemas de Colombia (vers. 2.0)*. Recuperado de https://iucnrle.org/static/media/uploads/references/published-assessments/Brochures/brochure_lre_colombia_v_2.0.pdf.
- Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas (Fenalce). (2018). *Estadísticas*. Recuperado de <https://www.fenalce.org/alfa/pg.php?pa=60>.

- Flórez, D., Moreno, M., & Uribe, C. (septiembre, 2017). *Diseño metodológico para la construcción de política pública en I+D+I, caso de estudio: sector agropecuario colombiano*. VII Congreso Internacional de Conocimiento e Innovación, Foz do Iguaçu, Brasil.
- Freeman, L; Everett, M., & Borgatti, S. (2017). *UCINET 6 para Windows [Software libre]*. Recuperado de <https://www.scientec.com.mx/ucinet/>.
- Gallego, C., Ligarreto, G., Garzón, L., Oliveros, O., & Rincón, J. (2010). Rendimiento y reacción a *Colletotrichum lindemuthianum* en cultivares de frijol voluble (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 63(2), 5477-5488.
- Gómez, C. (1987). Investigación en sistemas de producción. Documento presentado en *Seminario taller. Aspectos socioeconómicos de la investigación a nivel de fincas*. Pasto, Colombia.
- Granados, D., Hernández, M., Vázquez, A., & Ruiz, P. (2013). Los procesos de desertificación y las regiones áridas. Serie ciencias forestales y del ambiente, *Revista Chapingo*, 19(1), 45-66.
- Guerrero, L., Vindas, L., & Viquez, A. (2014). Análisis social, económico y ambiental del sector frijolero: perspectivas de pequeños productores. *Tec empresarial* 18, 19-28.
- Holt, E., & Altieri, M. (2013). Agroecología, soberanía alimentaria y la nueva revolución verde. *Agroecología*, 8, 65-72.
- Hruska, A. (2015). *Intensificación sostenible de la producción agrícola de la agricultura familiar*. Documento presentado en IX Reunión Anual de la Sociedad del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales (PCCMCA), Oficina Subregional para Mesoamérica de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Ciudad de Guatemala, Guatemala.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2012). *Estudio de los conflictos de uso del territorio colombiano*. Bogotá D. C., Colombia: autor.
- Lau, C., Jarvis, A., & Ramírez, J. (2011). Agricultura colombiana: Adaptación al cambio climático. *CIAT Políticas en Síntesis No. 1*, 4.
- Lugo, D. (2011). La multiracionalidad económica del pequeño productor en los territorios rurales. *Spanish Journal of Rural Development*, 2, 21-38.
- Madera, J., & Vargas, A. (2015). Miradas desde la agroecología a aparentes proyectos antagónicos en la comunidad indígena de Puerta de Platanares, Nayarit, México. *Revista de Ciencias Sociales y Humanidades Nóesis*, 24, 94-104.
- Melo, A., Ariza, P., Lissbrant, S., & Tofiño, A. (2015). Evaluation of agrochemicals and bioinputs for sustainable bean management on the Caribbean coast of Colombia. *Agronomía Colombiana*, 33(2), 203-211.

- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). (2016). *Documento estratégico. Estrategia Colombia Siembra*. Recuperado de https://www.minagricultura.gov.co/Documents/Estrategia_Colombia_Siembra.pdf.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). (2017). Resolución 000464. Lineamientos estratégicos de política pública para agricultura campesina, familiar y comunitaria. Recuperado de <https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Resoluciones/Resolución%20No%20000464%20de%202017.pdf>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2016). *Agricultura sostenible. Una herramienta para fortalecer la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe. Actividades destacadas 2014-2015*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i5754s.pdf>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), & Consejo Agrupero del Sur (CAS). (2017). *Gestión integral del riesgo de desastres en el sector agrícola y la seguridad alimentaria en los países del CAS*. Santiago de Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- Ortiz, R. (febrero, 2012). *El cambio climático y la producción agrícola* (Notas técnicas # ESG-TN-383). Recuperado de <http://www.keneamazon.net/Documents/Publications/Virtual-Library/Economia-Desarrollo/99.pdf>.
- Páez, A., Robledo, L., Díaz, O., Cuello, J., Ávila, R., & Venegas, N. (2004). *Caracterización del sistema de producción de hortalizas en los departamentos del Cesar, La Guajira y Magdalena*. Bogotá D. C., Colombia: Produmedios.
- Páez, M. (septiembre, 2015). *Turningpoint®: experiencia TIC de apoyo en el aprendizaje y la evaluación educativa en ingeniería ambiental*. Recuperado de <https://www.acofipapers.org/index.php/eiei2015/2015/paper/viewFile/1292/443>.
- Pérez, S. (agosto, 2015). *Identificación de regiones para intervenciones con cultivos biofortificados en Colombia*. Recuperado de <http://lac.harvestplus.org/publications/identificacion-de-regiones-para-intervenciones-con-cultivos-biofortificados-en-colombia/>.
- Palisade. *@risk 7.6 para análisis de riesgo [Software licenciado]*. Recuperado de <https://www.palisade-lta.com/projectriskmanagement/>.
- Perfetti, J., Escobar, D., Castro, F., Cuervo, B., Rodríguez, M., & Vargas, J. (2012). *Costos de producción de doce productos agropecuarios*. Recuperado de [ftp://ftp.ciat.cgiar.org/DAPA/projects/PAAP/Informaci%C3%B3n%20todos%20casos/Leche_Paletar%C3%A1_%20RIP%20\(100208\)/Info%20producto/IF-Costos-agropecuarios_FINAL.pdf](ftp://ftp.ciat.cgiar.org/DAPA/projects/PAAP/Informaci%C3%B3n%20todos%20casos/Leche_Paletar%C3%A1_%20RIP%20(100208)/Info%20producto/IF-Costos-agropecuarios_FINAL.pdf).

- Pertuz, V., & Pérez, A. (2016). Caracterización socioeconómica de los productores de cafés especiales de Pueblo Bello (Cesar, Colombia). *Punto de vista* 7(11), 117-140.
- Quiroz, M., Reyes, J., Pérez, M., & Urbina, A. (febrero, 2009). *Frijol: Estudio de la cadena agroindustrial*. Recuperado de <http://www.renida.net.ni/renida/IICA/e70-q6.pdf>.
- Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario Colombiano (Agronet). (s.f.). *Estadísticas agropecuarias*. Recuperado de <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx>.
- Rozo-Leguizamón, Y., Tofiño- Rivera, A. P., Gómez-Latorre, D. A., Gómez-Ramírez, L. F., & Tamayo-Molano, P. J. (2018). Modelo productivo de frijol para el Caribe seco colombiano. Mosquera, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).
- Ruiz, P. (2013). *Distribución agroalimentaria: Impactos de las grandes empresas de comercialización y construcción de circuitos cortos como redes alimentarias alternativas* (Cuadernos de trabajo No. 61). Bilbao, España: Instituto de Estudios sobre Desarrollo y Cooperación Internacional (Hegoa).
- Sarandón, S., & Flores, C. (2009). Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica. *Agroecología*, 4, 19-28.
- Sarandón, S., Zuluaga, M., Cieza, R., Gómez, C., Janjetic, L., & Negret, E. (2006). Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Agroecología*, 1, 19-28.
- Tamayo, P. J., & Londoño, M. (2001). *Manejo integrado de enfermedades y plagas del frijol: Manual de campo para su reconocimiento y control*. Bogotá D. C., Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Tofiño, A., Tofiño, R., Cabal, D., Melo, A., Camarillo, W., & Pachón, H. (2011). Evaluación sensorial de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) mejorado nutricionalmente en el norte del departamento del Cesar, Colombia. *Perspectivas Nutrición Humana*, 13, 161-177.
- Tofiño, A., Tofiño, R., & Jiménez, H. (2012). Determinación del potencial productivo y nutricional de un frijol biofortificado mesoamericano en el Cesar, Colombia. *Vitae*, 19(1), 297-299.
- Tofiño, A., Velásquez, A., & Zapata, M. (2016). *Indicadores edafológicos del cultivo de frijol en el Caribe seco colombiano: una estrategia in situ*. Bogotá D. C., Colombia: Produmedios.
- Turning Technologies. (2013). *Turning Point 5.3. Sistema de votación interactiva Turning Point. Referencia RF-LCD [Software]*. Recuperado de https://www.unav.edu/documents/5522204/6762608/TurningPoint5.3_PC_guiaeusuario.pdf.

- Unión Europea. (2018). *AL-Invest 5.0. Proyecto FOrtalecimiento CAdena Láctea (FOCAL)*. Recuperado de <http://clusterlacteodelcesar.com>: <http://clusterlacteodelcesar.com/proyectoFOCAL.html>.
- Velásquez, A., & Aguilar, N. (junio, 2005). *Manual introdutório á análise de redes sociais. Exemplos práticos com UCINET 6.109 e NETDRAW 2.28*. Recuperado de http://www2.unicentro.br/lmqqa/files/2016/05/Manualintrodutorio_ex_ucinet.pdf.
- Zabala, A., Fuentes, J., Castillo, J., & Roa-Ortiz, S. (2019). The importance of non-monetary cost in start-up and annual cacao (*Theobroma cacao* L.) production activities in Santander, Colombia. *Agronomía Colombiana*, 37(1), 73-83.

Anexo

Matriz de relacionamiento de actores en torno al frijol común, construida a partir de la información recogida en los talleres llevados a cabo con productores del Cesar

Código	Institución	AG1	AG2	AG3	AG4	AG5	AG6	M2	IE1	C1	I1	IE2	IE3
AG1	Alcaldía de La Paz					1	1	0	1	1	1		0
AG2	Alcaldía de Manaure					1	1	0	1	1	1		
AG3	Alcaldía de Río de Oro												
AG4	Alcaldía de Valledupar					0	1	1	1	1	1		1
AG5	Secretaría de Agricultura	0	0	0	0		1	1	1	1	1	0	0
AG6	Programa de Alimentación Escolar (PAE)												
M2	Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF)	0	0	0	0	1	0				1		
IE1	Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)	1	1	1	1	0				0	1	0	0
C1	Ejército	1	1	1	1	1							
I1	Proveedores compras públicas	1	1	1	1	1				1			
IE2	Unidad de pago por capitación (UPC)				1	0			1				0
IE3	Universidad de Santander (UDES)				1	1	1	0	1			0	
IE4	Fundación Universitaria del Área Andina (Areandina)								1			0	0

IE4	CI1	GB1	GB2	GB3	GB4	EFP1	Idi	GB5	I2	PR1	PR2	PR3	OM	M1	PR4	IE5
	1	1	0	1	1	1	0							1		0
	1	1	2	0	0	1		1						1		
	1	1	1	0	1	1		1	1	1				1	1	
	1	0	0	1	1	1	0	0						1		
	0															
1	1							0						0		
									1							
0	1															0
0	1				1			1								
0	1	1														

Código	Institución	AG1	AG2	AG3	AG4	AG5	AG6	M2	IE1	C1	I1	IE2	IE3
CI1	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA)	0	1	1	0	1			0			0	0
GB1	Asociación Hortifrutícola de Colombia (Asohfrucol)	0	0	0		0							
GB2	Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas (Fenalce)	0	0		0	1							
GB3	Federación Nacional de Cacaoteros (Fedecacao)	0	0	0	0	0			0				
GB4	Federación Nacional de Cafeteros	0	0	0	0	0						1	
EFP1	Banco Agrario de Colombia	1	1	1	1	1			0	0			
Idi	Agencia de Desarrollo Rural (ADR)	0	0	0	0	1			0				
GB5	Cámara de Comercio	0	1		1	1			1		1		1
I2	Central de Abastos				1	1			1		1	1	
PR1	Comunidad Arhuaca (Asocit)				0			1					
PR2	Asociación de Municipios del Catatumbo (Asomunicipios)			1		0							

IE4	CI1	GB1	GB2	GB3	GB4	EEP1	Idi	GB5	I2	PR1	PR2	PR3	OM	M1	PR4	IE5
0		0	0	1	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0
1			1			0						1	1	1		0
	0				1	1								1		
	1					1	0			0	0			1		
	0									1				1	1	
	0													1		
															0	
1	1								1		0				1	
								1								
	0			1	1									1		
		1		1		1								1		

Código	Institución	AG1	AG2	AG3	AG4	AG5	AG6	M2	IE1	C1	I1	IE2	IE3
PR3	Asociación para el Futuro Agropecuario Campesino (Asofuaca)			1									
OM	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit Cooperación Técnica Alemana (GIZ)				0								
M1	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR)					1							
PR4	Asociación de Productores Agroecológicos Indígenas Kankuamos de la Sierra Nevada de Santa Marta (Asoprokan)				0			0					
IE5	Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)				0				1			0	0

IE4	CI1	GB1	GB2	GB3	GB4	EEF1	Idi	GB5	I2	PR1	PR2	PR3	OM	M1	PR4	IE5
	1	1					1				0		1	0		
		1									0	1				
	1						1									
	1			1	1		0							1		
0	1															

0: evidencia de relacionamiento; 1: evidencia de interacción.

Fuente: Elaboración propia

Terminó de diseñarse
en octubre de 2019, Bogotá, D. C., Colombia

La demanda de mercado determina el éxito de un producto y el agronegocio implica conocer con precisión el costo de producción, el margen de utilidad mínima para alcanzar la sostenibilidad y el riesgo financiero desde la perspectiva monetaria del mercadeo en determinada época o de acuerdo con el histórico de la variabilidad de los precios. En general, para un agricultor la decisión de establecer un cultivo requiere un análisis integral de la suma de factores climáticos, ambientales, sociales, económicos, financieros y técnicos, en la mayoría de los casos realizada intuitivamente. En este sentido, el presente documento sirve como herramienta de análisis y decisión objetiva de siembra y planificación para todos aquellos productores y asistentes técnicos interesados en el establecimiento de frijol común en la zona del Caribe seco colombiano, especialmente las variedades frijol biofortificado Corpoica Rojo 39 y frijol biofortificado Corpoica Rojo 43. También, se presenta como ruta crítica propuesta a los investigadores que pretendan dinamizar la inserción productiva de nuevas variedades mejoradas con enfoque territorial. De manera particular, se resaltan las condiciones mínimas de suelos y clima requeridas para la producción, datos que se acompañan con la zonificación de núcleos productivos identificados al interior del territorio. Adicionalmente, el libro presenta las labores requeridas para el establecimiento, manejo y comercialización del frijol, y los costos asociados a cada una de estas actividades. Dada la diferenciación productiva encontrada (agricultura empresarial y agricultura familiar), los análisis financieros, de rentabilidad y de riesgos contemplan las diferencias de estos tipos. Finalmente, se describe la cadena de suministro y las posibilidades de nuevas conexiones para facilitar los circuitos cortos y el mercado justo de nuevos productos con valor agregado.



BAC

BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

www.agrosavia.org.co

CORREO: bac@agrosavia.co

TELÉFONO: (57 1) 422 73 00 EXT. 1257 o 1274

SKYPE: [biblioteca.agropecuaria](https://www.skype.com/join/biblioteca.agropecuaria)

Distribución gratuita
Prohibida su venta



El campo
es de todos

Minagricultura