

## Capítulo I

# Producción agrícola de frijol común en el Caribe colombiano: las limitantes del monocultivo y las posibilidades del policultivo basado en frijol

El cultivo de frijol es clave para alcanzar la soberanía alimentaria, dado que es una especie originaria y domesticada en el continente americano y forma parte de la cultura prehispánica.

### Características biológicas y fisiológicas del frijol común

El género *Phaseolus* está constituido por aproximadamente 70 especies, y entre ellas, *Phaseolus vulgaris* L. (figura 1) es una de las domesticadas y cultivadas, objeto del mayor interés económico a nivel mundial, puesto que se desarrolla en regiones templadas y tropicales.

Uno de los aspectos de la planta que determina en mayor grado el modelo productivo y su adaptación a las condiciones ecoambientales es el hábito de crecimiento.

En el frijol común existen diversos tipos de hábitos de crecimiento, que varían desde determinados o arbustivos hasta indeterminados o trepadores, y que pueden cambiar según la zona y la época de siembra (Rozo, Tofiño, Gómez et al., 2018).

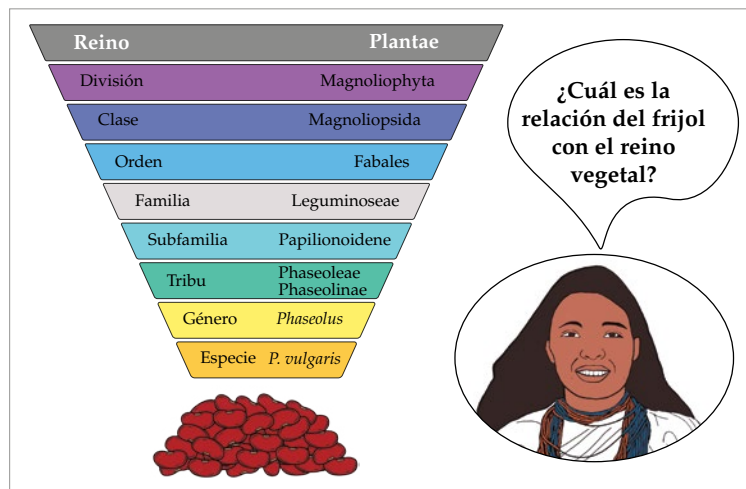
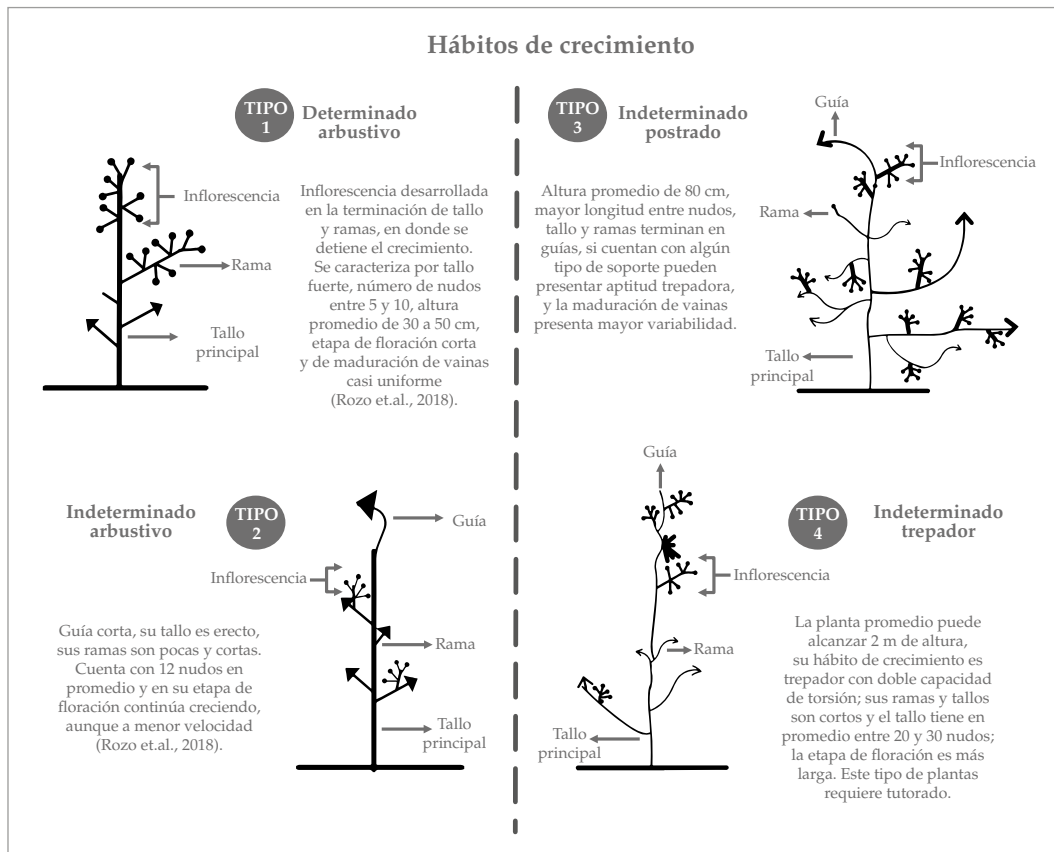


Figura 1. Clasificación taxonómica del frijol común.

Fuente: Elaboración propia con base en Rozo, Tofiño, Gómez et al. (2018)

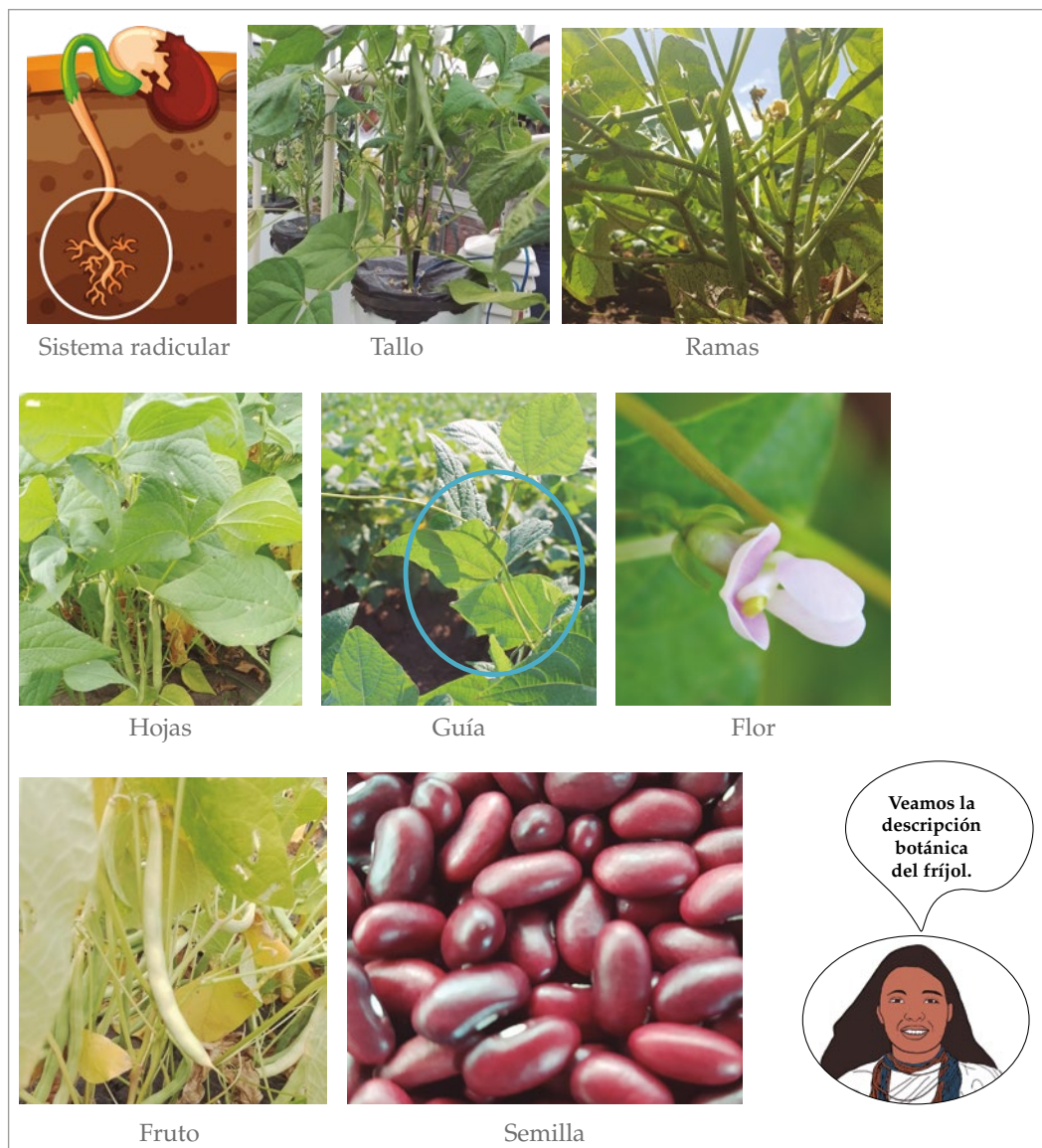
La planta de frijol *P. vulgaris* presenta cuatro hábitos de crecimiento: determinado arbustivo, indeterminado arbustivo, indeterminado postrado e indeterminado trepador. Este rasgo se relaciona con el potencial de rendimiento del grano, la duración del ciclo de vida y la facilidad de cultivo en asocio. Al respecto, el hábito arbustivo determinado tiende a ser más precoz y se utiliza en sistemas de monocultivo, mientras que los hábitos semiarbustivos y trepadores se establecen más fácilmente con maíz o yuca. El frijol trepador tiene los ciclos de vida más largos (figura 2).



**Figura 2.** Hábitos de crecimiento de frijol *P. vulgaris* L.  
Fuente: Elaboración propia con base en Tofiño-Rivera et al. (2018)

La planta es de días neutros (florece sin importar la duración del día) y tiene potencial de intercalamiento con maíz blanco. El frijol común se caracteriza por ser una planta de tipo arbustivo herbácea, anual y dicotiledónea pues tiene flores completas con pétalos, sépalos y semillas de dos cotiledones. Esto se evidencia durante la germinación en la que los cotiledones se caen para dar paso al par de hojas primarias unifoliadas y estas una vez senescen, dan paso en adelante a las hojas verdaderas, trifoliadas o compuestas. Las flores son muy pequeñas, de color blanco, lila, rosado, rojo y morado, según la variedad. Los frutos, dado que pertenecen a la familia de las leguminosas, tienen forma de vaina y en su interior se forman las semillas, cuyo número, color y tamaño también dependen de la variedad y del tipo comercial. Los estados de vida o fenología del frijol más importantes son la fase vegetativa, la floración, la formación

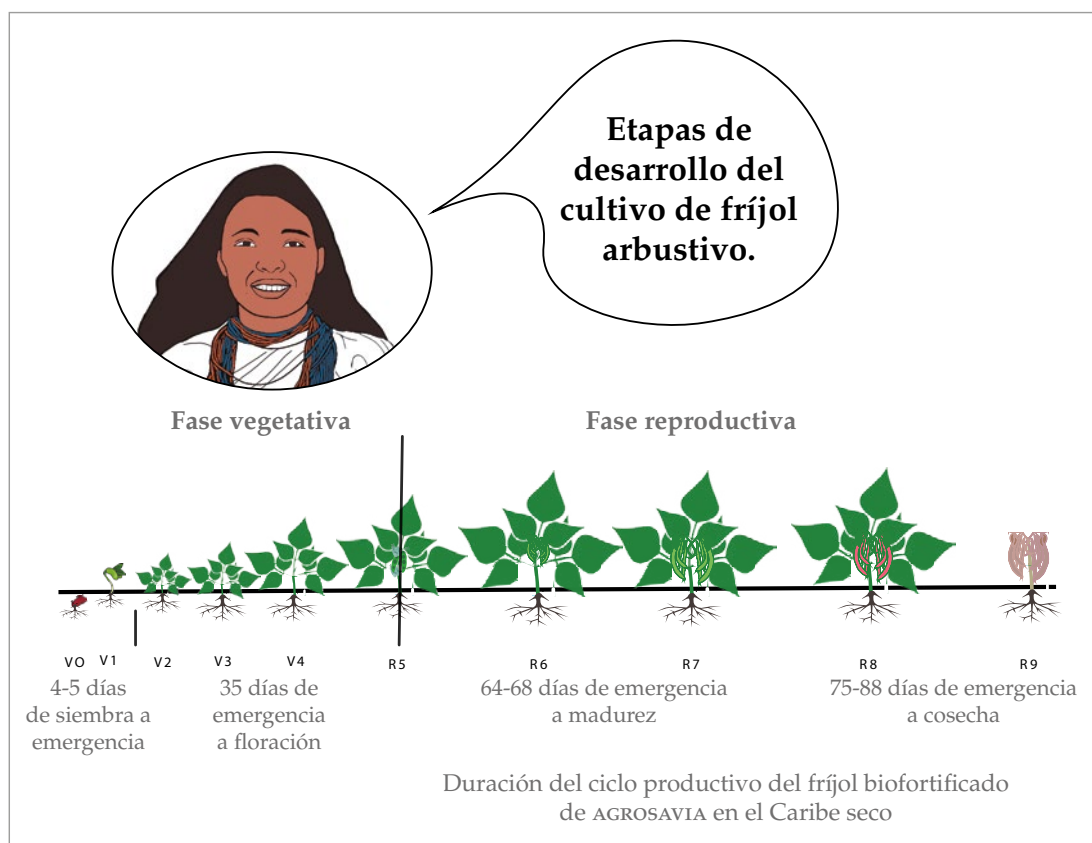
y el llenado de vainas, la madurez fisiológica y la madurez de cosecha. Durante la madurez fisiológica, las semillas están completamente formadas y las vainas inician el cambio de color, aunque aún están carnosas y su contenido de humedad es muy alto. Durante la madurez de cosecha, las vainas y las semillas pierden humedad (llegan a un promedio de 14 %), y es típico que las plantas pierdan las hojas o se tornen amarillentas (este es el momento de iniciar la cosecha). Dependiendo del tipo de fríjol, sobre todo de su hábito, esta maduración es uniforme o gradual en las diferentes zonas de inserción en la planta. En especial los fríjoles volubles requieren varios pases de cosecha mientras que los tipos arbustivos necesitan un menor número. Para la conservación de la semilla, debe bajarse la humedad a 12 % mediante secado bajo sombra para preservar el embrión (Tofiño-Rivera et al., 2019) (figura 3).



**Figura 3.** Descripción de la biología de la planta de fríjol *P. vulgaris*.

Fuente: Elaboración propia

La fenología o estados del ciclo de vida de las variedades arbustivas de frijol común (*P. vulgaris*) está influenciada por las condiciones ambientales ya que entre más cálidas sean estas durante el ciclo de desarrollo, el número de días entre emergencia y cosecha tiende a acortarse, y entre más frías y nubladas, tiende a extenderse (figura 4).



**Figura 4.** Fenología de variedades arbustivas del frijol común (*P. vulgaris*).

Fuente: Elaboración propia con base en Vargas (2013)

## Suelos de la región Caribe y del departamento del Cesar

En la región Caribe, se encuentran tipos de suelos variados, asociados a arcillas expansibles, vertisoles, acumulación de sales y sodio, así como aridisoles. En la Serranía del Perijá predomina el sistema de bosque seco premontano (González et al., 2018), mientras que en la Sierra Nevada de Santa Marta se observan entisoles con régimen de humedad árido (Blanco et al., 2012).

Una mirada general a las características edáficas de zonas con tradición de cultivo de frijol en Cesar (700-1.300 m s. n. m.) evidenció un pH extremadamente ácido en Pueblo Bello, ligeramente ácido en Valledupar y neutro en las otras localidades. Manaure y La Paz presentan altos contenidos de fósforo, calcio y niveles medios a altos de materia orgánica (tabla 1). Los contenidos de potasio y magnesio fluctuaron de bajos a medios. La clasificación por fertilidad de suelo (según metodología del Instituto Geográfico

Agustín Codazzi [IGAC, 2015]) indicó una fertilidad media para los suelos de las localidades de Valledupar y Pueblo Bello, y alta para La Paz y Manaure. Los suelos de las localidades de la Sierra Nevada de Santa Marta son arcillo-arenosos y los de la Serranía del Perijá, de textura franco-arcillosa.

**Tabla 1.** Resultados de los análisis de suelo de las localidades del departamento del Cesar

Localidad	Textura	pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	Na	CE	SATBAS	SATAL	Fertilidad
			%	mg/kg	cmol(+)/kg						dS/m	%	
Valledupar	ArA	6,0	2,8	48,6	0,33	6,66	1,67	0,0	0,07	0,29	100	0,0	Media
La Paz	FAR	6,8	1,8	81,3	0,19	9,0	1,4	0,0	0,10	0,4	100	0,0	Alta
Manaure	FAR	6,8	3,7	63,5	0,32	6,89	2,10	0,0	0,05	0,20	100	0,0	Alta
Pueblo Bello	ArA	4,7	2,3	3,6	0,14	0,79	0,24	1,15	0,10	0,26	100	41	Media

ArA: arcillo-arenoso; FAR: franco-arcilloso; SATBAS, saturación de bases; SATAL, saturación de aluminio.  
Fuente: Elaboración propia

Para el caso del cultivo de frijol, se recomienda que los terrenos sean ondulados o ligeramente ondulados. En lo posible, hay que evitar la siembra en suelos que se compacten fácilmente o que formen costras cuando se secan, y también en suelos pedregosos. Además, se aconseja sembrar en parcelas donde no se haya sembrado frijol en épocas anteriores, con el fin de evitar la incidencia de enfermedades, insectos y malezas propias de este cultivo o de otros similares (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional [USAID], 2013; Federación Nacional de Cultivadores de Cereales, Leguminosas y Soya [Fenalce], 2018; Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [AGROSAVIA], 2021b).

En suelos arcillosos, las plantas pueden presentar problemas de asfixia radicular y mostrar rápidamente síntomas de marchitamiento. Adicionalmente, el cultivo tolera niveles medios de salinidad de suelo. En suelos muy ácidos se presentan problemas de crecimiento y producción, caída de flores y pérdida de vigor de la planta (Barrios & Álvarez, 2016).

Los suelos deben prepararse a una profundidad mínima de 30 cm y preferiblemente de 40 cm. En el caso específico del cultivo de fríjol, no es necesario arar, es suficiente con la aplicación de dos pases de rastra y luego rastrillo pulidor en zonas planas o mecanizables. En zonas de ladera se utiliza el monocultor y las comunidades indígenas solo utilizan el chuzo y el garabato con los que solamente se remueve el suelo en el punto de siembra del grano. Si no se lleva a cabo siembra mecanizada, se aconseja levantar camas y sembrar en ellas, ya que así se obtienen beneficios de aireación y drenaje y se facilita la siembra, el control de malezas, la fumigación y la cosecha. Sin embargo, en la costa Caribe es usual que el fríjol se siembre en pendientes superiores a 35 %, por lo cual no es posible preparar los suelos y en cambio se sigue el esquema de mínima labranza, con siembra en cuadro de 30 × 30 con dos plantas por sitio (figura 5) (Tofiño-Rivera, Velásquez Agudelo & Zapata Tamayo, 2016; AGROSAVIA, 2021b).



Foto: Adriana Tofiño

Figura 5. Preparación del suelo para la siembra de fríjol en el departamento del Cesar.

## Generalidades del cultivo de fríjol en Colombia

En Colombia, las áreas dedicadas al cultivo de fríjol se dividen en cinco grupos ambientales: cálido húmedo, templado húmedo, frío seco, templado seco y cálido muy húmedo. Desde el punto de vista de las características ambientales, puede decirse que el grupo templado húmedo tiene las condiciones más favorables para la producción de este cultivo (Barrios & Álvarez, 2016). Las plantas de fríjol crecen bien (sin mayores limitaciones o retardos en el desarrollo) con un rango promedio de temperatura de 15 a 27 °C, que en condiciones del Caribe colombiano se encuentra entre 600 y 1.700 m s. n. m.,

si bien el rango de tolerancia cambia según las diferentes variedades. Algunas se adaptan mejor a ciertas condiciones de crecimiento, aunque podrían sufrir daños por cambios ambientales durante su ciclo (por ejemplo, periodos sostenidos de sequía o encharcamiento). La sequía, la presión de enfermedades y la baja fertilidad del suelo son las mayores limitantes en la producción (Herrera et al., 2014).

Asimismo, el clima influye directamente en los procesos fisiológicos. Cada fase está orientada por diferentes condiciones ambientales e influye de manera indirecta como detonante de estrés biótico (Pedroza et al., 2013). En algunas regiones de Colombia, así como en otras partes del mundo, el riego se usa para reducir el estrés hídrico, pero este sistema implica altos costos (Fenalce, 2022). En condiciones del Caribe, los mayores rendimientos de las variedades arbustivas se obtienen con una densidad de 180.000 plantas/ha y una distancia entre surcos de 0,4 m. Algunos registros regionales indican la pertinencia del establecimiento de surcos dobles. Sin embargo, el criterio de la distancia entre plantas varía según la pendiente del lote pues debe evitarse el solapamiento del brote de las plantas vecinas que promueve la aparición de enfermedades foliares. (Pérez et al., 2014; USAID, 2013; Pedroza et al., 2013).

La producción agrícola se enfrenta a varios problemas y entre ellos sobresale la desertificación de las zonas cálidas. En este proceso, los suelos de zonas áridas y semiáridas o de ecosistemas subhúmedos pierden la capacidad parcial o total de desarrollar procesos biológicos, lo cual es resultado de factores como variaciones climáticas y actividades humanas. Esta pérdida de capacidad es de moderada a grave en 25-33 % de todas las tierras secas (Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación [UNCCD], 2017). Además, los riesgos derivados de fenómenos climáticos extremos como El Niño y La Niña afectan la productividad de los cultivos anuales en un 35 %, y las predicciones del cambio climático para la costa del Caribe alertan sobre un aumento de la temperatura de mínimo 2 °C (Brenes, 2010; Lau et al., 2011).

Bajo esta perspectiva, el fríjol, una planta nativa de las Américas, tiene una productividad limitada en áreas cálidas debido al efecto negativo de las altas temperaturas nocturnas (superiores a 23 °C) en la formación del polen y en la consecuente producción de vainas y semillas, lo cual afecta el rendimiento final de grano. Además, las plantas de fríjol, en condiciones de calor y sequía, si bien alcanzan una buena producción de brotes, presentan floración prolongada, caída de flores, baja producción de vainas, bajo rendimiento y granos deformados (Beebe et al., 2011). Para superar este problema, el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), mediante el programa de mejoramiento del fríjol, ha desarrollado múltiples poblaciones derivadas de cruces entre parentales cultivados y silvestres (interespecíficos) y materiales tolerantes al calor, para mejorar la productividad del fríjol común (*P. vulgaris*) en las áreas cálidas y secas (Polanía et al., 2017). Con la participación de AGROSAVIA y la financiación de KoLFACI en un proyecto de seis años, se abre la posibilidad de evaluar estas poblaciones avanzadas en las condiciones agroecológicas del Caribe, para identificar genotipos de alta adaptación al calor y registrar variedades en zonas de vida hasta ahora no disponibles para el fríjol, como el piso térmico cálido (inferior a 600 m s. n. m.).

La adaptación del frijol común a las altas temperaturas nocturnas y a la sequía se ha flexibilizado con la introducción de genes provenientes de especies silvestres relacionadas como *P. acutifolius* y *P. montanus*, procedimiento con el cual se mantiene la mayor parte del genoma de frijol común y se adquiere tolerancia a sequía, rendimiento y calidad nutricional. Mediante consulta participativa, se seleccionarán los genotipos a fin de pasar a pruebas de evaluación agronómica (PEA). El objetivo es registrar en el libro de cultivares nacionales una variedad que produzca más de 800 kg en zonas con temperaturas nocturnas cercanas a 23 °C y consumo hídrico inferior a 540 mm durante el ciclo productivo. Esta nueva variedad complementará la zona de vida no cubierta por las variedades de frijol biofortificado ya liberadas por AGROSAVIA, recomendadas para alturas iguales o superiores a 700 m s. n. m., solo para el Caribe seco, y con las cuales se había dejado desprovista la zona de piedemonte, especialmente de la Sierra Nevada, cuyas comunidades étnicas sufren las mayores deficiencias nutricionales y discontinuidad en la producción de alimento durante el año. Sin embargo, el éxito de las nuevas variedades dependerá de la disponibilidad de modelos productivos sostenibles, ajustados a las condiciones específicas locales.

El Caribe colombiano incluye ocho departamentos, en los que la producción de verduras y frijoles está restringida a las áreas montañosas debido a la alta evaporación y transpiración de las áreas planas, al escaso uso de riego suplementario y a la elevada afectación por fenómenos climáticos extremos (Ruiz & Pabón, 2013). Sin embargo, esta región se caracteriza por altas tasas de pobreza extrema (Marrugo et al., 2015), inseguridad alimentaria y deficiencias de micronutrientes. La zona se podría abastecer con una mayor disponibilidad de frijoles, ya que allí la producción representa 25 % del consumo (Lissbrant, 2015), específicamente en aquellos departamentos de la región Caribe con mayor grado de desertificación (lo que limita su productividad agrícola): Atlántico y La Guajira, con 75 % de su extensión, seguidos de Magdalena, Sucre y Córdoba, con 50-70 % (UNCCD, 2017).

## Importancia del frijol en el Caribe colombiano

El frijol forma parte de la dieta regional (Del Castillo et al., 2012), con registros documentados sobre su efecto mejorador de la calidad del suelo por estimulación indirecta de los microorganismos y la cobertura edáfica (Velázquez-Agudelo et al., 2020); además, es una buena fuente de proteínas. Sin embargo, el establecimiento de nuevos núcleos para el cultivo en ecosistemas vulnerables del Caribe puede generar impactos ambientales negativos bajo el esquema de tecnificación actual, ya que existen informes de hasta 20 aplicaciones de insecticidas y de seis a ocho fungicidas en cultivos de todo el país (Mena Rodríguez et al., 2018), lo que justifica la necesidad de desarrollar alternativas de gestión integradas para la producción sostenible de alimentos (Santos et al., 2013). En la región Caribe, el manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE) está limitado, entre otras razones, por la falta de estudios de

compatibilidad entre bioinsumos y agroquímicos comúnmente utilizados en vegetales, y por la poca información sobre distribución regional de hongos fitopatógenos del suelo que atacan al frijol (Santos et al., 2013).

Además, la optimización de los componentes del sistema de producción de frijol permitiría una articulación adecuada de las nuevas variedades tolerantes a la sequía en el esquema de desarrollo económico local (Sánchez-González et al., 2010), aunque otro elemento crítico es la falta de sistemas de producción regional de semillas de frijol de alta calidad. Este es otro aspecto relevante que impacta el manejo del sistema productivo, ya que evita la transmisión de enfermedades desde la planta hacia el grano, lo cual disminuye los problemas sanitarios durante el ciclo de cultivo del frijol. La baja disponibilidad de sistemas de producción local de semillas de alta calidad favorece la mala práctica del productor, quien toma parte de su cosecha de grano como semilla para el próximo ciclo. Por lo tanto, la misma semilla transporta el inóculo de agentes patógenos del suelo como *Fusarium*, *Sclerotium*, *Macrophomina* y *Rhizoctonia*, que causan pudriciones en la raíz y la base del tallo (Instituto Colombiano Agropecuario [ICA], 2012). El ICA regula la producción, venta y distribución de semillas en el país según la norma 3168 de 2015, que establece los requisitos que las empresas o asociaciones de productores deben cumplir para producir diferentes calidades de semillas. De manera similar, en América Latina se han realizado múltiples esfuerzos para potenciar la producción local de semillas de frijol, a fin de mitigar el problema de la calidad física, sanitaria y genética (Araya & Hernández, 2010).

## Experiencias en el Caribe seco de frijol bajo asocio

En el escenario de la agricultura campesina, familiar y comunitaria, el sistema productivo de frijol se integra con especies hortícolas como la berenjena, el ají topito y las plantas aromáticas.

Los cultivos asociados se han presentado como una alternativa para mejorar la productividad en áreas cálidas, ya que aumentan la cobertura del suelo y disminuyen la erosión hídrica y eólica. De hecho, la generación de un microclima para reducir la alta radiación en áreas cercanas al ecuador podría amortiguar la desecación del viento, evitar la pérdida de agua en el agroecosistema y disminuir la presión de plagas y enfermedades (Navarrete-Cornejo et al., 2019). Algunas prácticas de los agricultores de México innovaron la milpa mediante el manejo agroecológico del policultivo de maíz-frijol-calabaza, con rendimientos que superaron los monocultivos de cada especie (Ebel et al., 2017). En este contexto, y en relación con las especies aromáticas y condimentarias, pese a la mayor demanda de productos derivados y procesados, el mercado nacional colombiano y sus exportaciones se han centrado en generar productos frescos y las especies con mayor potencial en esa línea han sido priorizadas (Tofiño-Rivera et al., 2017). Sin embargo, la investigación limitada en los diferentes eslabones de la

cadena productiva (especialmente en la gestión sanitaria) restringe la expansión de la cadena y la consolidación de una oferta de productos mundiales (Vianney & Tovar, 2015). Del mismo modo, los policultivos aromáticos han tenido efectos positivos en la salud de los cultivos de fríjol y vegetales (De Carvalho et al., 2011).

Existen ejemplos de diseños espaciales aplicados en la región que pueden integrarse a los sistemas de producción de fríjol en policultivo con otras hortalizas y aromáticas en zonas secas del Caribe. Una tipología de modelo integrado de producción la constituyen los modelos agroecológicos que consideran el carácter biodiverso de los ecosistemas, al involucrar productos para comercialización, para autoconsumo o para complementariedad ecológica. Estos modelos deben incluir productos como frutales, tubérculos (diversas especies y variedades), leguminosas, hortalizas y aromáticas (Altieri & Nicolls, 2017). La inclusión de especies aromáticas en sistemas agroforestales genera ventajas para la sanidad del sistema, derivadas del potencial alelopático y repelente (Vorraber et al., 2014; Tovar-Puentes & Alvarado-Gaona, 2013). En concreto, los cultivos asociados favorecen las alelopatías o la mutua protección de las especies, como la huerta de hortalizas y medicinales (Tovar-Puentes & Alvarado-Gaona, 2013).

El fríjol responde positivamente a sistemas de siembra asociados en zonas de alta temperatura e irradiación como el Caribe seco, ya que en estos cultivos existe un mayor desarrollo de las plantas y un mayor rendimiento con 20 % de la radiación (Díaz, 2012). Un ejemplo de los efectos beneficiosos de este tipo de arreglos lo evidencia una evaluación en zonas cálidas de Brasil del cultivo asociado fríjol-fennel (aromática apiácea). La evaluación demostró que el asocio con fríjol mejora la materia fresca y seca y el contenido de aceite esencial en la planta aromática (De Carvalho et al., 2011). También se ha registrado una menor incidencia de plagas y enfermedades en cultivos asociados que en monocultivos. Sin embargo, las razones de este escape aún no están completamente dilucidadas. Una de las causas identificadas es que las plantas en cultivos asociados disminuyen su calidad como hospederos de los parásitos, interfieren directamente en las actividades del atacante y generan cambios ambientales que favorecen el control por parte de enemigos naturales. El cultivo asociado de fríjol-avena afecta el ataque de áfidos debido al cambio en el contenido de nitrógeno que genera la avena. Por otro lado, se estimó el índice de diversidad biológica del fríjol biofortificado Corpoica Rojo 39 en mono y policultivo con sorgo forrajero JT18, y como resultado se destacaron los grupos funcionales de insectos fitófagos ( $H' = 4,48$ ), seguidos de depredadores, parasitoides y polinizadores, pertenecientes a siete órdenes taxonómicos de insectos (Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Orthoptera y Neuroptera). Al respecto, según el índice de Shannon, el orden Coleoptera fue el que presentó mayor diversidad tanto en monocultivo como en asocio para ambos materiales vegetales (Cardona, 2019).

De acuerdo con lo anterior, se requieren modelos productivos agroecológicos que favorezcan la adaptación del sistema de producción de fríjol a las altas temperaturas, el déficit hídrico, las inundaciones y los estresores bióticos en la Sierra Nevada de Santa Marta (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [Corpoica], 2015). Algunas investigaciones también destacan los cultivos asociados como una estrategia promotora de la biodiversidad de controladores biológicos, del uso eficiente del área agrícola y de la luminosidad, el agua y los nutrientes (Nicholls et al., 2017).

En cuanto a la comparación entre fríjol en monocultivo y en asociación con el maíz, Vélez et al. (2011) encontraron que el monocultivo de fríjol reduce su rendimiento 20 % y el del maíz, 40 %. Sin embargo, los factores de rendimiento de mayor contribución en los genotipos afectados positivamente fueron número de vainas, número de semillas/vaina y peso de 100 semillas. También se incrementó la producción de biomasa en algunos cultivares cuando se asociaron con girasol.

Godoy et al. (2011) han estudiado el efecto del momento de siembra del fríjol sobre la eficiencia en el cultivo asociado con maíz. Estos autores evidenciaron el efecto positivo del asocio sobre sanidad del cultivo, número de vainas/planta y de semillas/vaina, y encontraron que el mejor momento de siembra del fríjol es quince días antes de la siembra del maíz. En este sentido, los modelos integrados sostenibles basados en cultivos asociados son compatibles con los recursos disponibles para los agricultores familiares (Sourisseau, 2016).

Respecto a la agricultura familiar, puede afirmarse que está ligada de manera indisoluble a la seguridad y soberanía alimentarias, que rescata los alimentos tradicionales y contribuye a la protección de la biodiversidad agrícola y al uso sostenible de los recursos naturales. De esta manera, el concepto de *agricultura familiar* aparece asociado a una noción que da cuenta de sus diversas características: la *multifuncionalidad*. Esta se reconoce como una actividad con múltiples productos, que no solo son básicos (alimentos, forraje, fibra, biocombustibles, productos medicinales y ornamentales) (Rochel Ortega, et al., 2022)

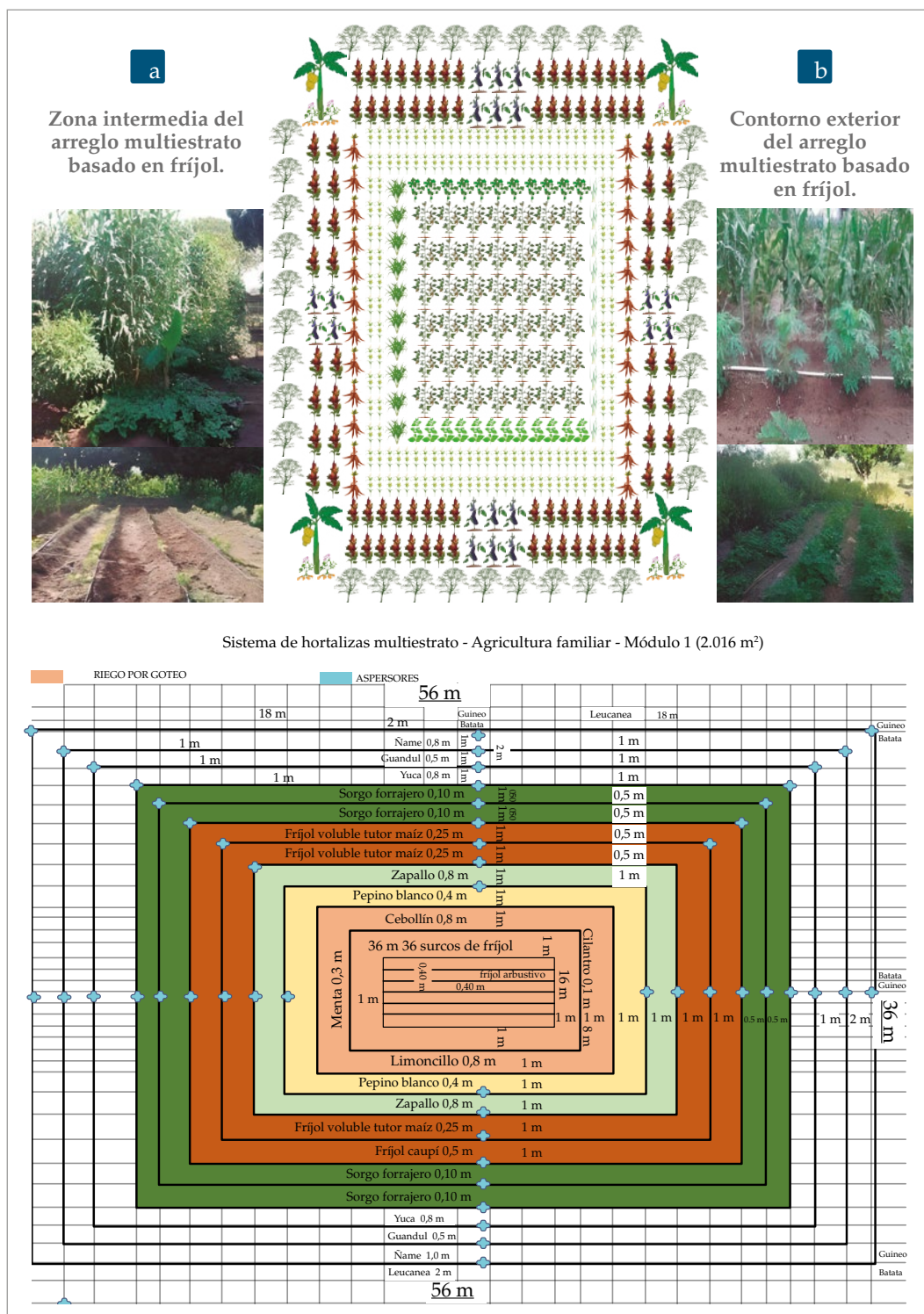
Por otro lado, a diferencia de cultivos agroindustriales como el café, el cacao y perennes como frutales, en el Cesar no se refiere la producción agroecológica de cultivos transitorios y hortalizas (Sánchez Castañeda, 2017; Asociación Hortifrutícola de Colombia [Asohofrucol], 2018; Federación de Orgánicos de Colombia [Fedeorgánicos], 2018). Esto evidencia la necesidad de desarrollar modelos productivos acordes con las particularidades de los productores familiares, con sus limitaciones tecnológicas y con los predios a los cuales tienen acceso (Sanabria, 2017).

En lo concerniente a la generación de modelos productivos agroecológicos interculturales de fríjol, existen posiciones divergentes entre la extensión rural tradicional y la visión de los indigenistas. Sin embargo, dada la no reconciliación entre el enfoque extractivista-mecanicista del discurso sustentable, por un lado, que delinea las

acciones de vinculación tecnológica agropecuaria (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE], 2015), y por otro lado, la Ley de Origen (López López et al., 2021) como ruta a partir de la cual se concreta la existencia del kankuamo (reconocida como patrimonio cultural inmaterial para salvaguardar) (Ministerio de Cultura [Mincultura], 2017), se propone un acercamiento desde la agroecología y el intercambio de saberes, para construir una innovación híbrida que armonice el conflicto de la conservación del saber local y la protección de ecosistemas vulnerables frente al cambio y variabilidad climáticas (Galván et al., 2016). Por tal razón, el modelo propuesto en la figura 6 se armoniza con la cosmogonía de los pueblos ancestrales de la Sierra Nevada de Santa Marta. Esta aproximación agroecológica guarda relación con las tradiciones culturales del pueblo Kankuamo.

En este arreglo se tienen en cuenta los resultados alcanzados durante el periodo 2015-2016. Se produjeron hortalizas en el Centro de Investigación (CI) Motilonia bajo diferentes arreglos multiestrato (variantes de los sistemas agroforestales), caracterizados por estratos vegetales de especies leñosas, semileñosas y herbáceas, que conforman un sistema de alta diversidad, con producción durante todo el año, y que generan un aporte significativo a la producción de alimentos básicos en las unidades agrícolas familiares. El arreglo se propone bajo un manejo con enfoque ecológico (sin la adición de pesticidas), monitoreo de la calidad del suelo, así como regulación de plagas y enfermedades y uso eficiente del agua.

La producción de ahuyama, cebolla, berenjena, ají y frijol se favoreció en términos de sanidad y costos de producción gracias al sistema multiestrato, que disminuyó la presión de plagas y enfermedades, y mejoró la cobertura del suelo y el mantenimiento del agua en el ecosistema. En el sistema de agricultura familiar, un porcentaje significativo de mano de obra lo provee la familia. Esto puede considerarse un beneficio de costo de oportunidad ya que los jornales propios aplicados se recuperan con la venta del producto o disminuyen el valor de las compras de alimento por incremento del autoconsumo. En este sentido, el arreglo multiestrato redujo los costos de producción en mantenimiento del sistema (reducción de 20 %) por disminución de mano de obra para desyerbe, de adquisición de agroinsumos (reducción de 80 %) y de mano de obra para control sanitario (reducción de 50 %), e incrementó la eficiencia en el uso del agua (10 %) debido a la disminución de la evapotranspiración y del consumo de líquido. Lo anterior se debe al microclima que se alcanza cuando el sistema está maduro y a la disminución de la incidencia del viento seco de los alisios del noreste sobre los cultivos ubicados en la zona central del arreglo, destinados principalmente a comercialización (figura 6).



**Figura 6.** Sustentabilidad de los sistemas de producción orgánica hortícola de acuerdo con diversidad genética y distribución espacial de especies en un módulo de 2.016 m<sup>2</sup>. a. Fotos del sistema; b. Diseño del arreglo.

Fuente: Elaboración propia

## Lineamientos culturales del pueblo Kankuamo para el cultivo de frijol

La Comisión Economía Propia y Buen Vivir del resguardo kankuamo se basa en el Plan de Salvaguarda y en las directrices del v Congreso Kankuamo, realizado en diciembre 2022 con el siguiente mandato: “Consolidando la unidad para la paz del territorio ancestral de la Sierra Nevada de Gonawindúa”. Una de las principales conclusiones sacadas en este espacio es que “las familias del Pueblo Indígena Kankuamo seguirán pariendo procesos de resistencia, de paz y de armonía; tejiendo vida desde la buena palabra y pensamiento, como sujetos políticos de especial protección desde la Ley de Gobierno Propio para el buen vivir” (OIK, 2022).

En concordancia con las orientaciones de la Ley de Sé (Ley de Origen), los lineamientos para el manejo cultural del fríjol podrían describirse del siguiente modo:

En el tema tradicional, se tiene un ordenamiento establecido por nuestra madre naturaleza en diversos aspectos, esto quiere decir que todos los procesos deben ser orientados por nuestra Ley de Origen, por lo cual cuando vamos a desarrollar un proyecto que pretende establecer la siembra de fríjol y cualquier otra especie en nuestro territorio se debe construir ese proceso primeramente en un ámbito espiritual, donde se requiere solicitar los permisos, para poder tener dichos cultivos, todo esto atendiendo a que en el ordenamiento espiritual que tenemos como indígenas Kankuamos todo lo que existe tiene una madre y un padre, de igual manera a todo este tipo de procedimientos se le debe realizar un trabajo de armonización teniendo en cuenta que la funcionalidad del establecimiento del cultivo dependerá de la aceptación por parte de los beneficiarios del proyecto y la comunidad como tal, así como también al seguimiento continuo de las autoridades tradicionales, antecedente a esto desde la parte tradicional espiritual se efectúa una limpieza, orientando a la protección espiritual de dicho cultivos, en este caso el fríjol rojo biofortificado, desde nuestros principios tradicionales se le quitan las enfermedades, que no vayan a tener complicaciones en su proceso de establecimiento, sostenimiento y comercialización.

Debemos tener en cuenta que todos estos procedimientos requieren de elementos propios para que se tenga mayor funcionalidad en el tiempo, esto requiere el compromiso de parte de los trabajadores del proyecto, las autoridades tradicionales, los beneficiarios y la comunidad, donde se establecen los compromisos de cada parte:

1. En primer lugar, se debe realizar una jornada de armonización espiritual y un acompañamiento tradicional constante durante el desarrollo de cada proceso para asegurar la buena ejecución del proyecto desde lo espiritual.
2. Debe haber un acompañamiento continuo durante todo el desarrollo del proyecto, especialmente durante el establecimiento, sostenimiento del cultivo de fríjol, así como durante su comercialización. Todo se debe llevar a cabo de acuerdo con las orientaciones y requerimientos dados por las autoridades tradicionales, con el fin

de fortalecer los procesos alimenticios de nuestras comunidades y fomentando la recuperación de nuestra soberanía alimentaria; así como su comercialización.

3. En el ámbito ambiental se requiere tener un cuidado estricto con cada beneficiario específicamente en el impacto del establecimiento de monocultivos.

Por último, el proceso de aseguranza y limpieza de la semilla espiritualmente, para que tenga una mayor producción, que no se enferme, y que su producción sea limpia, su alimentación sea sana, para que dichos procesos de producción del frijol biofortificado tengan una funcionalidad y un buen aprovechamiento para nuestra gente, también se piensa y se reflexiona en una comparación sobre los procesos de producción propios en donde tenemos un gran conocimiento y aplicación al respecto.

Habría trabajos constantes en cuanto a recolección de los materiales, y se deben realizar unos permisos previos al inicio de la siembra. (Comisión Economía Propia y Buen Vivir, comunicación personal, 29 de marzo de 2022)

Es importante indicar que en los cultivos de frijol con tecnología tradicional kankuama estarán presentes las plantas aromáticas para el cuidado de la familia dado su efecto alelopático, principalmente como repelentes de algunos insectos plaga y como albergue de entomofauna benéfica. En vista de que las huertas biodiversas con integración de especies medicinales responden al llamado de la Ley del Sé, se busca reforzar el conocimiento en manejo de plantas medicinales. Es por esto que en el siguiente capítulo se presentará una panorámica detallada de la agrocadena de las plantas aromáticas, medicinales, condimentarias y afines, para enriquecer el saber etnobotánico kankuamo con registros de uso, consumo y producción de material vegetal en la costa Caribe y en otras zonas del país, sobre todo de las especies con las que el pueblo Kankuamo tiene experiencias previas en emprendimientos agroindustriales (por ejemplo, de extracción de aceites esenciales, como el pronto alivio [*Lippia alba*], la limonaria [*Cymbopogon citratus*] y el yerbalimón [*Cymbopogon martinii*]).

