AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

AGROSAVIA

Informe final

Convenio 090 (No. Interno Corpoica 1903)

Aunar esfuerzos técnicos, administrativos y financieros necesarios para iniciar el proceso de evaluación de tierras en el plan de ordenamiento productivo y social de la propiedad rural del departamento de Cundinamarca

Entre la Gobernación de Cundinamarca y AGROSAVIA

Bogotá, D.C.

Noviembre, 2018

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

INTRODUCCIÓN

Este informe técnico presenta información detallada del proceso de evaluación de tres tipos de uso de la tierra, TUT en el departamento de Cundinamarca.

En la primera parte se hace una descripción de los elementos innovadores del proceso y algunos ajustes a la metodología original propuesta por UPRA. Se explica la manera en que estas innovaciones contribuyen a una mejor definición de los TUT y al proceso de legitimación de la cartografía resultante. También, se explica de forma detallada algunas consideraciones a la hora de calcular variables y criterios en relación con la agroclimatología. Al final de este apartado se presenta el manual de interpretación y de cómo este componente de salida de la información para el consumidor final debe hacer parte integral de este tipo de trabajos.

De otro lado, el informe presenta cada una de las fichas explicativas por variable, criterio y componente, todo esto con el ánimo de que el estudio no sea una “cajas negras” y pueda ser replicado por cualquier equipo siguiendo las mismas instrucciones. En relación con las calificaciones de las variables y los criterios se ha aportado el acervo de conocimiento que tiene la Corporación en relación con las especies seleccionadas, los sistemas de cultivo definidos por los TUT y la experiencia en la región, de forma que se limite al máximo el sesgo cognitivo de un solo especialista.

Por último, esperamos que este estudio contribuya a una mejor comprensión de la configuración de los TUT y a una deliberación pública que mejore la ordenación productiva en los territorios.

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

Contenido

INTRODUCCIÓN....2
Contenido....3
Lista de tablas....5
Lista de Figuras....6
1. Innovaciones metodológicas....7
1.1. Noción de núcleo productivo....7
1.1.1. Salida núcleo productivo de fríjol voluble....9
1.1.2. Salida núcleo productivo de caña panelera....18
1.1.3. Salida núcleo productivo de plátano dominico hartón....28
1.2. Metodología para la calificación de la oferta edáfica, determinación de lámina de riego y susceptibilidad excesos de agua en el suelo....36
1.2.1. Calificación de oferta edáfica....36
1.2.2. Determinación de la lámina de agua aprovechable....41
1.2.3. Susceptibilidad a inundaciones y encharcamientos....43
1.2.4. Metodología general del balance hídrico con fines de zonificación agroclimática 45
1.3. Manual de interpretación....58
2. Fríjol voluble....60
2.1. Definición del Tipo de Uso de la Tierra para fríjol voluble....60
2.2. Ficha metodológica del Tipo de Uso de la Tierra para frijol voluble....63
3. Caña para panela....86
3.1. Definición del Tipo de Uso de la Tierra para caña panelera....86
3.2. Ficha metodológica del Tipo de Uso de la Tierra para caña panelera....89
4. Plátano Dominico – Hartón....110
4.1. Definición del Tipo de Uso de la Tierra para plátano Dominico - Hartón....110
4.2. Ficha metodológica del Tipo de Uso de la Tierra para plátano Dominico - Hartón 113
5. Validación de los Tipos de Uso de la Tierra....133
5.1. Foro: Evaluación de tierras y su importancia en el ordenamiento productivo de Cundinamarca”....133

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

5.2. Taller: validación de la información cartográfica de la evaluación de tierras para el TUT de fríjol voluble.....137
5.3. Taller: validación de la información cartográfica de la evaluación de tierras para el TUT de caña panelera.....141
5.4. Taller: validación de la información cartográfica de la evaluación de tierras para el TUT de plátano dominico – hartón.....148
Referencias bibliográficas.....154
ANEXOS.....158

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

Lista de tablas

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

Lista de Figuras

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

1. Innovaciones metodológicas

1.1. Noción de núcleo productivo

En el marco del proceso de evaluación de tierras con fines agropecuarios para tres TUT en el departamento de Cundinamarca con el fin de hacer un reconocimiento de campo de las condiciones sociales, económicas y de comercialización asociadas a la producción de plátano dominico hartón, fríjol voluble y caña panelera, se realizaron recorridos identificando unos transectos que abarcaron los principales municipios productores de dichos cultivos.

Para el cultivo de fríjol se visitaron unidades productivas representativas en los municipios de Gutiérrez, Fosca, Cabrera, Guayabetal; para caña panelera los municipios de Caparrapí, La Peña, Útica, Nocaima y Villeta; y para plátano los municipios de Chaguaní, Guaduas, La Palma, Yacopí y La Vega. Estas unidades productivas conforman núcleos productivos, definidos como un conjunto o grupo actores del sector agropecuario, ubicados en una zona geográfica limitada, interrelacionadas mutuamente en los sentidos vertical, horizontal y colateral en torno a unos eslabones de la cadena productiva (Monge & Salazar, 2016).

La identificación de los núcleos productivos se realizó mediante el planteamiento de una metodología que integrara la información de *Priorización de las alternativas productivas a partir del análisis de la oferta y demanda del mercado, para el Departamento de Cundinamarca.* (CCI, 2016), la base agrícola de Evaluaciones Agropecuarias Municipales EVA 2007-2017 (MADR, 2017) y las capas geográficas de límite municipal e infraestructura vial del IGAC (2017).

Se realizó el cruce de información entre los municipios más productores por cada cultivo y la priorización de alternativas productivas (CCI, 2016), lo que arrojó unas áreas representativas de unidades productoras que están vertebradas por vías en donde se puede plantear una serie de transectos que permitan organizar recorridos de campo. Con ayuda de la capa de límite municipal, se identificaron aquellos municipios más productores, que fueran vecinos y que a su vez tuvieran vías de comunicación para el desplazamiento. Posteriormente, se contactaron asistentes técnicos pertenecientes a la red de ATA del departamento de Cundinamarca[1] con el fin de determinar productores líderes, organizaciones de productores y mercados locales en el marco de dichos núcleos. Así mismo, se estableció comunicación con las Unidades Municipales de Asistencia Técnica (Umata) de cada municipio, para solicitar acompañamiento de los profesionales de estas oficinas en los recorridos. Con base en los transectos definidos se propusieron unos recorridos en los que se entrevistaron actores de los diferentes eslabones de la cadena de producción, quienes describieron según su experiencia las actividades que realizan, orientando de forma eficaz la determinación de los TUT a evaluar.

[1] La red de Asistentes Técnicos Agropecuarios (ATA), hace parte de la Linkata (http://linkata.co) definida como una comunidad de extensionistas agropecuarios.

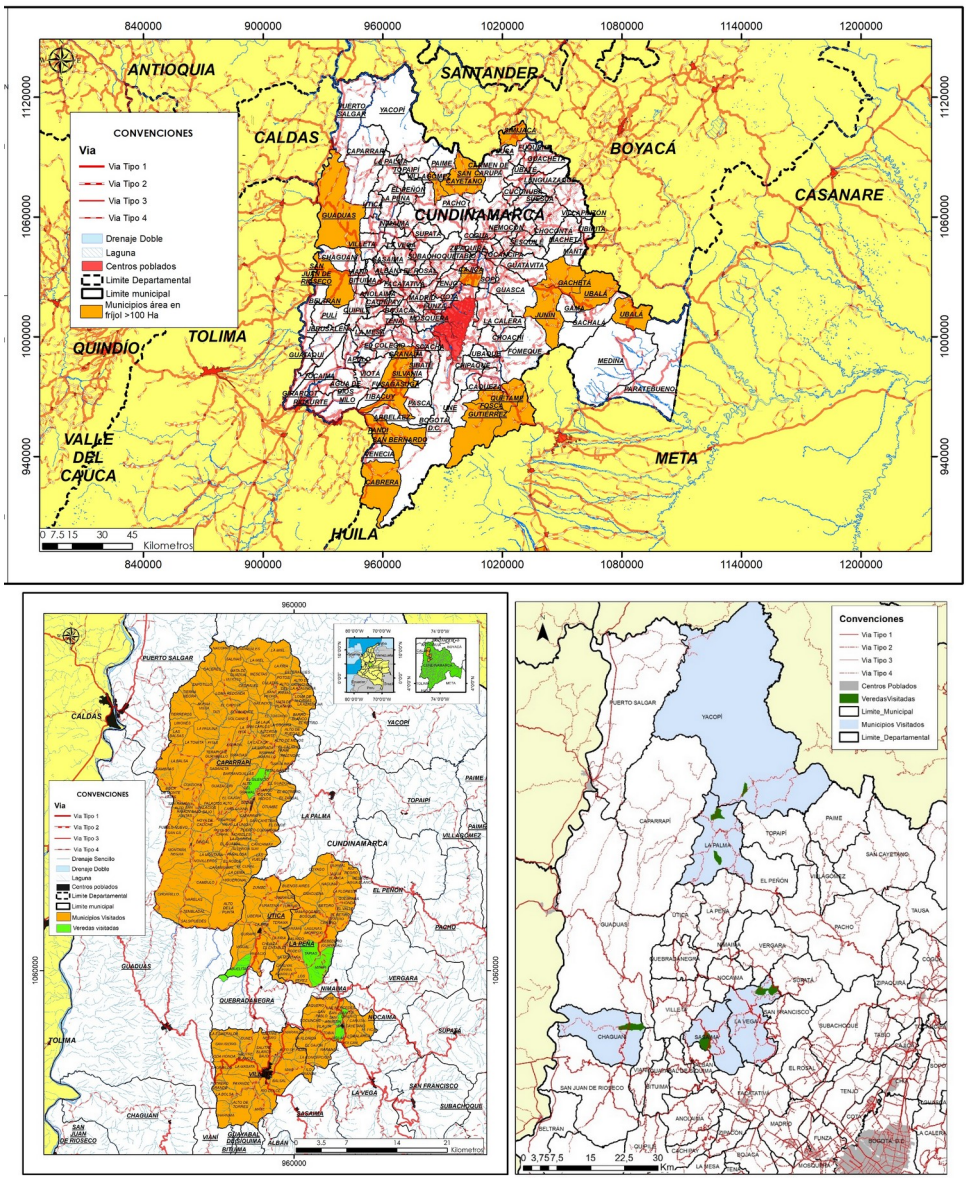


Figura Innovaciones metodológicas -1. Núcleos productivos identificados para las salidas de reconocimiento: fríjol (arriba), caña panelera (abajo izquierda) y plátano (abajo derecha). Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla Innovaciones metodológicas -1. Municipios más productores de los cultivos priorizados para evaluación de tierras. Fuente: MADR, 2017.

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

Cultivo	Municipio	Área Cos. (ha)	Área Sem. (ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (ton/ha)
Fríjol	Gutiérrez	3.203	3.203	4.888	2
	Fosca	298	298	685	2
	Cabrera	200	200	500	3
	Guayabetal	200	200	140	1
	Guaduas	150	150	150	1
Caña panelera	Caparrapí	9.208	9.233	46.040	5
	La Peña	4.576	4.606	18.304	4
	Villeta	3.386	3.386	13.544	4
	Quebradanegra	3.097	3.097	13.936,50	4,5
	Útica	2.782	2.992	8.346	3
	Nocaima	1.755	1.760	8.775	5
Plátano	La Palma	2.008	2.034	24.096	12
	Yacopí	1.460	1.460	14.600	10
	Chaguaní	779,70	793	5.457,90	7
	Guaduas	424	426	1.696	4
	La Vega	295	305	567	2

1.1.1. Salida núcleo productivo de fríjol voluble

A partir de la información consultada, se seleccionaron aquellos municipios que se destacan por contar con mayores áreas dedicadas al cultivo de fríjol y por su tradición en la producción de esta leguminosa, además se tuvo en cuenta la ubicación, importancia, representatividad y mercado. De esta forma se planteó un recorrido por las zonas productoras y los mercados de los municipios de Pasca, Venecia, Cabrera y Gutiérrez.

- **Municipio de Pasca**

Ubicado en la provincia del Sumapaz, tiene una extensión total de 264,24 Km^2, de los cuales el 44 % corresponde al piso térmico de Páramo y el 56 % al piso térmico frío donde se desarrollan la mayor parte de las actividades agropecuarias, base fundamental de la economía del municipio, en donde son de tradición cultivos como mora, lulo, café y hortalizas y pasto para ganado bovino. En los últimos años, otros cultivos como aguacate Hass, gulupa y café han aumentado significativamente su área de siembra.

El fríjol ocupa el cuarto o quinto orden de importancia en el municipio, se siembra en veredas como San Pedro, en donde el cultivo es de gran tradición entre sus habitantes, quienes lo

siembran en monocultivo o asocio durante todo el año debido a la disponibilidad de agua. Principalmente se cultiva fríjol bola roja y cargamanto, el ciclo productivo dura 5 meses y la cosecha puede tardar hasta 5 semanas con una recogida por semana, concentrándose en la tercera y cuarta semana. Según datos de productores, en promedio se obtienen 140 bultos por hectárea.

Se evidencia la falta de un manejo integrado del cultivo, puesto que el control de plagas y enfermedades se basa en la aplicación excesiva (calendario/semanal) de agroquímicos, los cuales son recomendados por casas comerciales quienes cuentan con asesores comerciales en los almacenes agropecuarios del municipio. Las limitantes fitosanitarias para el cultivo son los trips, minador, palomilla o mosca blanca, ojo de pollo, gota y hongos que afectan el cuello de la raíz. La semilla utilizada proviene en su mayoría de Corabastos, Fusagasugá y Pasca.

La mano de obra utilizada es principalmente familiar y se contrata para algunas labores como el establecimiento y cosecha. La disponibilidad de mano de obra en los últimos meses ha aumentado debido al arribo de venezolanos tanto en los espacios urbanos como rurales del municipio. De los $ 40.000 del valor promedio del jornal, se les paga 8% ($5.000) menos que a los colombianos, toda vez que se aduce por parte de los productores que no cuentan con la experticia en las labores encomendadas.

En ciertas áreas del municipio se restringe la extracción de madera para la elaboración de los tutores, la madera más utilizada es eucalipto. El sistema de tutorado puede durar entre 4 y 5 años con el debido mantenimiento de alambres y reposición de estacones. Aproximadamente el 50% de la madera se obtiene en la finca y el restante 50 % se compra.

La asistencia técnica en el municipio está a cargo de la Secretaria de Agricultura de Pasca, conformada por un director (Zootecnista), un veterinario, un ingeniero agrónomo y un asistente administrativo, por tanto, se presta mayor atención a los temas pecuarios. A la fecha se están gestionando proyectos orientados a promover el mejoramiento de pasturas, así como la gestión de maquinaria para su alquiler a pequeños productores.

En el entorno institucional, sobresale el Sena sede Fusagasugá que hace presencia en la zona con la implementación de cursos que incentivan la postulación de proyectos en el fondo Emprender. La mayoría de los productores acceden a créditos del Banco Agrario, Bancolombia, Bancamía y Banco de la Mujer, las entidades no ofrecen a los agricultores el incentivo a la capitalización ICR.

En cuanto a la comercialización, se vende el fríjol en seco y a pesar de estar organizados o asociados, cada productor la hace de manera individual, no obstante, asociaciones como Asobosques en su línea comercial, manifiesta estar trabajando en ello, con el fin de establecer incentivos o mecanismos que privilegien la comercialización mediante la asociación.

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co



Figura Innovaciones metodológicas -2. Cultivo fríjol - establecimiento. Vereda San Pedro, Municpio de Pasca. Fuente: AGROSAVIA, 2018.



Figura Innovaciones metodológicas -3. Reunión con el representante legal de Asobosques. Municipio de Pasca. Fuente: AGROSAVIA, 2018.

- **Municipio Venecia**

Si bien Venecia no es de los mayores productores de fríjol, la cercanía a municipios tradicionalmente productores como Cabrera y su ubicación en el paso de la producción al principal mercado Bogotá, favorece la producción en algunas veredas colindantes con Cabrera como La Reforma y Aposentos. Se siembra en monocultivo y en ocasiones se asocia con habichuela. El área cosechada se estimó para 2017 en 25 hectáreas, principalmente de fríjol verde, dado el mayor precio.

La Secretaria de Desarrollo Económico, encargada del servicio de Asistencia técnica agropecuaria, está integrada por el director (MVZ), un técnico agrícola y un técnico pecuario. A la fecha se está trabajando en proyectos productivos en el sistema de mora, café y pitaya. El entono institucional relacionado con lo agropecuario, lo complementan el Comité de cafeteros, el Sena Fusagasugá y Banco Agrario.

Cerca de la plaza principal se adecuó un espacio para el mercado campesino de los domingos, en el que no se comercializan directamente los productos locales, sino que los productos salen de la finca, vía intermediarios llegan a Corabastos y regresan nuevamente a Venecia donde los minoristas los venden a un mayor precio. Este fenómeno evidencia la necesidad de establecer circuitos cortos de comercialización para el mercado local, sobre todo cuando se cuenta con el potencial competitivo y comparativo de producir alimentos.

A pesar de ser una zona con problemas de orden público, los funcionarios institucionales y productores consultados, manifiestan que, con el acuerdo de paz firmado entre el Gobierno

Nacional y las FARC, ya no tienen problemas de seguridad, lo cual, en palabras de los habitantes se convierte en una oportunidad para el desarrollo agropecuario y económico de la región.



Figura Innovaciones metodológicas -4. Mercado local municipio de Venecia. Fuente: AGROSAVIA, 2018.

- **Municipio Cabrera**

Según técnicos locales, el fríjol es la base de la economía después del cultivo de tomate de árbol. La producción de fríjol se caracteriza por ser de pequeños productores (entre 1 a 5 Ha), aunque las áreas han disminuido en todo el municipio, se mantiene la vereda Alto Ariari, como la más productiva. El fríjol se siembra una vez al año entre octubre y noviembre y se rota con maíz. Las variedades que se siembran son cargamanto (cosecha en verde) y bola roja (cosecha en seco). Precisamente con esta última, se tiene posibilidad de secado y almacenamiento hasta por un año, lo que permite mayor margen de maniobra con la fluctuación de precios y vender en el momento oportuno. La semilla se compra en otras veredas de Cabrera y a agricultores de municipios aledaños.

Las labores implementadas para iniciar un cultivo nuevo son las siguientes: 1) Preparación del suelo, con tractor alquilado; 2) en caso de presentar pasturas (kikuyo) en el lote se hace una aplicación de herbicida; 3) abonamiento; 4) establecimiento del sistema de tutorado con poste de madera de eucalipto; 5) siembra; 6) aplicación de fertilizantes foliares a mitad del ciclo de cultivo o como se denomina comúnmente “a mitad de hilaza”; y 7) cosecha en seco. Entre las limitantes fitosanitarias reportadas, se destaca los trips, gusano cogollero, mosca blanca (en

épocas secas), mildeo y el ojo de pollo que afecta la vaina. Según estimaciones de los productores, se realizan cerca de 10 aplicaciones para el control fitosanitario.

En la vereda Alto Ariari, la de mayor producción de fríjol en el municipio, el agricultor Juan Mario Alfonso, quien lleva 20 años produciendo fríjol, arveja y maíz, manifiesta que el fríjol es un buen negocio, y que la zona presenta muy buenas condiciones para la producción de este y otros cultivos transitorios a partir de una arroba de fríjol sembrada se pueden obtener hasta 30 bultos de fríjol (de cinco arrobas) es decir, casi dos toneladas (1875 kg).

El mercado en Cabrera es tradicional e informal, que se da en un lote que no cuenta con la infraestructura requerida para tal fin. Se lleva a cabo los días jueves y viernes de cada semana, en el primero se comercializan productos como frutales, hortalizas y fríjol verde, denominados como “líchigo”, mientras que los viernes es específico para comercializar fríjol en seco, que constituye el rubro agrícola más importante para el municipio. A este mercado, llegan comerciantes provenientes de municipios vecinos y de otros departamentos como Tolima y Quindío. El fríjol se puede comercializar en físico el día de mercado o se puede vender la producción para ser cosechada, de acuerdo con las muestras evaluadas por los compradores. Al momento de la visita la carga de fríjol tenía un valor de $650.000, lo cual es bueno si se tiene en cuenta que el precio de equilibrio se calcula en $500.000.

La secretaria de agricultura se encuentra trabajando en proyectos enfocados en la seguridad alimentaria, como son las huertas caseras, procesos productivos por especies menores, recuperación de fauna microbiana en los suelos, establecimiento de sistemas silvopastoriles en las partes altas de Cabrera y un proyecto orientado a promover créditos u obtención del ICR a través de entidades como el Banco Agrario y Bancolombia.

Existen dos asociaciones de productores agropecuarios (no específicas para fríjol) como Afrijosun con 400 miembros y Corpoagros que cuenta con 150 integrantes. También se identifica una asociación de productores ecológicos. Así mismo, la Zona de Reserva Campesina del Sumapaz que se encuentra en proceso de formalización, cobija gran parte del municipio de Cabrera, con lo cual se fortalecen y promueven procesos organizativos en la región entorno a lo productivo, social y económico.

En este sentido, dado que el municipio ha sido afectado por el conflicto armado, se tiene gran expectativa por proyectos productivos y de desarrollo que se puedan desprender de las iniciativas de posconflicto para las zonas afectadas. Es de resaltar que muy cerca de la cabecera municipal de Cabrera (menos de 60 minutos), se encuentra la Zona Veredal Transitoria de Normalización (ZVTN) Antonio Nariño (Icononzo, Tolima), desde donde se gestionan proyectos con diferentes agencias estatales e internacionales que se esperan que impacten positiva y directamente en Cabrera.

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co



Figura Innovaciones metodológicas -5. Cultivo de fríjol en la vereda Alto Ariari, municipio de Cabrera. Fuente: AGROSAVIA, 2018.



Figura Innovaciones metodológicas -6. Reunión con productores de fríjol de la vereda Alto Ariari, municipio de Cabrera. Fuente: AGROSAVIA, 2018.



Figura Innovaciones metodológicas -7. Mercado de "Lichigo" en el municipio de Cabrera. Fuente: AGROSAVIA, 2018.



Figura Innovaciones metodológicas -8. Venta de fríjol verde en el mercado de Lichigo en el municipio de Cabrera. Fuente: AGROSAVIA, 2018.

- **Municipio de Gutiérrez**

Es el municipio de mayor área cosechada en el departamento y el de mayor tradición en el cultivo de fríjol seco. Se identifican dos procesos organizacionales consolidados que se encuentran incursionando en el empacado de fríjol y cuentan con un mayor número de vínculos institucionales y gremiales, no obstante, la comercialización al igual que en los otros municipios se concentra en Corabastos.

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

El fríjol que más se cultiva es el bolo rojo seguido por el cargamanto y en menor proporción el bolo blanco. En el municipio 20 de las 22 veredas cultivan fríjol, con un área de aproximadamente 3000 hectáreas dedicadas a este cultivo, alrededor del 90% de la población depende directa o indirectamente de esta leguminosa. Quienes más siembran, pueden llegar a los 15 bultos de 5 arrobas cada uno (se requiere arroba y media de semilla por hectárea) en aparcería, es decir, pueden sembrar hasta 50 ha.

Las siembras se realizan en julio, el ciclo puede durar entre 5 a 8 meses dependiendo de la precipitación y el precio en el mercado en el que se va a comercializar (verde o seco). En algunos casos se rota el cultivo con maíz, pero en general predomina el monocultivo. Las principales plagas y enfermedades son trips, ácaros, pudrición del cuello de la raíz, mancha blanca y antracnosis. A diferencia del municipio de Cabrera solo se realizan entre 3 a 4 aplicaciones de agroquímicos por ciclo productivo.

Para obtener el fríjol seco, se dejan secar las vainas en la planta (figura A - 9) y luego se corta la planta y se lleva a un acopio temporal en el lote (figura A - 10), en donde con una vara de madera, se “apalea o aporrea” las vainas apiladas (figura A - 11), de esta forma se desgranan las vainas y el fríjol se empaca en lonas de fibra. Las vainas que aun contienen granos se llevan a un molino artesanal elaborado en madera, para continuar con el proceso de desgrane, no obstante, es poco eficiente, dado que se atasca con la fibra (de la guía) proveniente del lote de siembra (figura A - 12).

Seguidamente, el fríjol empacado en las lonas se lleva al proceso de clasificación para lo que se emplea un ventilador que separa los granos de los residuos de cosecha (ramas, hojas secas, restos de vainas) y se clasifica de acuerdo con el tamaño en granos de primera calidad y pasillas (granos de tamaño reducido y menor brillo).

En el entorno institucional se enmarcan actores como la Alcaldía con su Secretaria de Desarrollo Económico y Ambiental, encargada del servicio de asistencia técnica y acompañamiento en proyectos productivos, el Sena sede Fusaguasugá con la oferta de formación técnica, el CIAT con una iniciativa de validación de nuevos materiales y Fenalce con el acompañamiento de un técnico local. En el municipio se cuentan con oficina de Banco Agrario y corresponsales no bancarios de otras entidades.

En Gutiérrez existen dos asociaciones de productores de fríjol, Asochuntiva y Afrijosagut, que representan los intereses de los frijoleros, gestionan proyectos de validación o transferencia de tecnología, y se encuentran gestionando el empaque y la comercialización directa de su producción. Hacen referencia a la falta de un fondo rotatorio que les permita capitalizarse para comprar la producción a sus asociados y poder comercializar directamente a un mejor precio. Por otro lado, no hay un centro de acopio, aunque se cuenta con los equipos de empaque y marcas comerciales registradas.

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co



Figura Innovaciones metodológicas -9. Fríjol seco en rama. municipio

de Gutiérrez. Fuente: AGROSAVIA, 2018.



Figura Innovaciones metodológicas -10. Fríjol seco en vaina cosechado y apilado. municipio de Gutiérrez. Fuente: AGROSAVIA, 2018.



Figura Innovaciones metodológicas -11. Proceso de "apaleo o aporreo" del fríjol y recolección en sacos de lona en finca, municipio de Gutiérrez. Fuente: AGROSAVIA, 2018.



Figura Innovaciones metodológicas -12. Equipo artesanal para el desgrane de la vaina de fríjol, municipio de Gutiérrez. Fuente:

AGROSAVIA, 2018.

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co



Figura Innovaciones metodológicas -13. Selección de fríjol seco. municipio de Gutiérrez. Fuente: AGROSAVIA, 2018.



Figura Innovaciones metodológicas -14. Fríjol seleccionado y empacado. municipio de Gutiérrez. Fuente: AGROSAVIA, 2018.

La creciente de deforestación para la extracción de madera de árboles nativos, ha generado problemáticas con el manejo de las zonas naturales, lo cual incrementa los costos de producción toda vez que los productores se ven abocados a comprar madera en otros municipios a precios mayores. Una de las propuestas a dicha situación es el uso de madera de eucalipto inmunizada, lo cual aumenta la vida útil de los postes y disminuye los costos, no obstante, es una práctica que apenas se está introduciendo en la zona.

A pesar de la presencia de Fenalce y los técnicos de la secretaria de desarrollo económico, predomina la asesoría comercial a manos de los almacenes agropecuarios que hacen presencia en la zona en los almacenes agropecuarios.

Se han hecho aproximaciones a un mercado especializado a través de marcas registradas como Don Bolo® y Chuntiva®, pero han surgido inconvenientes como el menor precio ofrecido por Corabastos ante una convocatoria o licitación pública, o los pagos en los almacenes de cadena que tardan entre 60 y 90 días lo cual no es rentable para el pequeño producto. Por tanto, el principal canal de comercialización es vía intermediarios a Corabastos en Bogotá.

- **Consideraciones**

El fríjol es un cultivo de gran tradición en el departamento de Cundinamarca, en particular en municipios cercanos al paramo de Sumapaz, como es Cabrera, Gutiérrez y sus alrededores. Generalmente se siembra en monocultivo y asocio con especies comestibles como arveja, maíz y habichuela.

La tecnología utilizada se fundamenta en conocimiento acumulado por las familias productoras, y se "complementa" con la asesoría de comercial de almacenes agropecuarios presentes en los municipios. Se aduce por parte de los productores, que los técnicos u oficinas de orden municipal encargadas del servicio de ATA, no cuentan con las capacidades para prestar dicho servicio.

A pesar de la presencia en el país de centros de investigación con trayectoria en investigación en el sistema de fríjol, es precario o al menos no se identifica una oferta tecnología o conjunto de estas desarrolladas para la zona de Cundinamarca, por lo cual se hace necesario que las entidades o centros de investigación vuelquen sus esfuerzos a mejorar el proceso productivo y de postcosecha de la zona.

La comercialización del fríjol se da mediante diferentes grados de intermediación, que concentran la producción en Corabastos – Bogotá, desde donde es distribuida a municipios del departamento y a otras zonas del país. Se identifican procesos de agregación de valor que deben ser apoyados y fortalecidos para propiciar mayores beneficios económicos a los productores.

1.1.2. Salida núcleo productivo de caña panelera

La mayoría de los productores de caña panelera en los municipios visitados se rigen bajo la tipología de economía solidaria promoviendo así la asociatividad y cooperación entre estos. En dichas asociaciones hay "pequeños, medianos y grandes productores", como lo mencionan los actores locales visitados tipificándolos por la extensión de sus fincas.

Al entrevistar los diferentes productores se puede observar la siguiente categorización teniendo en cuenta la clasificación desde una perspectiva de economía de mercado (Forero, 2016):

- **Municipio de Caparrapí**

El productor visitado pertenece a la categoría de agricultura familiar campesina; la mano de obra para el manejo del cultivo está a cargo del productor y su esposa. Este productor cuenta con "enramada propia" y se contrata trabajadores para la molienda de la caña, solo si el volumen para moler la caña es alto (considerado por él) y según como esté el precio en el mercado. Al momento de la visita, para el productor "el precio de la carga de panela está malo" y por tanto no está contratando mano de obra, sino que el mismo realiza todo el proceso. Aparte del cultivo de caña, manejan otros, como de huertas y frutales para el autoconsumo. No utilizan agroquímicos en la producción de caña panelera y mencionan que tratan de conservar el canal del río que pasa por su predio. Se observa un arraigo a la tierra y a su modo de vida en lo rural. La cobertura vegetal de esta finca ubicada en la vereda El Silencio, en su mayoría

corresponde a la unidad de mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales y cuenta con 1,5 ha sembrada de caña panelera.

En cuanto al manejo del cultivo, se maneja una distancia de siembra aproximada de 1m x 1m, con una producción constante del cultivo, con rendimientos de 55 a 60 cargas de panela cada 20 días. Se realiza corte en entresaca y molienda cada 20 días en enramada propia. El corte debe realizarse antes de la etapa de floración, puesto que si alcanza esta etapa se presentan pérdidas de producción. Se llevan a cabo fertilizaciones ocasionales al cultivo con abono orgánico, sin embargo, el productor señala un bajo requerimiento de fertilización por las condiciones favorables del terreno.

En general las densidades de siembra, considerado como el número de plantas por unidad de área de terreno, es una característica fundamental, que tiene un efecto directo en la producción del cultivo; Para el caso de la caña panelera ubicada en la provincia del Gualivá, las distancias de siembra que más se manejan, debido a que en su mayoría se trata de cultivos en ladera es de 1,5 metros entre surcos X 1 metro entre plantas, logrando densidades de siembra de 6.666 plantas/hectárea.

Cabe aclarar que en muchas de las fincas productoras de caña en la provincia del Gualivá esta densidad de siembra no se cumple, ya que su sistema de cosecha es por entresaque, que después de muchos años ha generado espacios vacíos en los lotes haciendo que estos valores se alteren notablemente.



Figura Innovaciones metodológicas -15. Distancias de siembra inadecuadas en el lote visitado del municipio de Caparrapí. Fuente: AGROSAVIA, 2018.

No señala problemas que limiten el cultivo, pues resalta las condiciones favorables del suelo y la rusticidad del cultivo el cual no requiere de sistema de riego pues se mantiene con la precipitación de la zona. Señala eventos ocasionales de carbón (*Ustilago scitaminea* Sydow) y

Diatrea sp, sin presencia de pérdidas en el cultivo. En general el productor señala la facilidad del cultivo para crecer en diferentes tipos de suelo; sin embargo, resalta que un terreno con tierras sueltas y negras mejora la producción y la calidad de la panela. En lo que respecta a requerimientos hídricos, considera que el cultivo no requiere de mucha agua y soporta temporadas de sequía. El cultivo se establece en este municipio sin diferenciar la pendiente, se abstienen de sembrar en cercanía a fuentes de agua pues consideran importante la conservación del recurso.

- **Municipio de La Peña**

Se visitaron dos veredas, Tapias y Minipi. La primera, presenta coberturas vegetales de pastos, mosaicos de pastos y cultivos y caña; por el contrario, la vereda Minipi tiene la mayoría del área en cobertura de caña. Se observa que los productores visitados, se podría incluir como productor agropecuario capitalizado. El primero, tiene más de 15 ha cultivadas en caña panelera y menciona que lleva registros de producción y actualmente está haciendo renovación del material vegetal. También se observa que conoce ventajas de diferentes variedades de caña, debido a que realiza pruebas o ensayos con variedades. El segundo productor, tiene 7 ha cultivadas, sus hijos son profesionales de carreras relacionadas con la ingeniería, “le están invirtiendo al cultivo”, según conversación con el productor. La mano de obra para el manejo del cultivo es contratada y se está realizando renovación de cultivo.



Figura Innovaciones metodológicas -16. Finca de la vereda Minipi en el municipio de La Peña. Fuente: AGROSAVIA, 2018.

En las veredas Tapias y Minipi, se realiza la siembra siguiendo las curvas de nivel. Los dos productores manejan parte del cultivo para la venta de semilla, haciendo corte parejo cada 8 meses y para producción de panela se realiza el corte cuando la planta alcanza los 10 meses. Se llevan a cabo aplicaciones de fertilización orgánica y química lo que mejora la producción alcanzando de 160 a 180 cargas de panela por hectárea.

Los productores señalan como limitante la falta de fuentes de agua en épocas de sequía y la necesidad de establecer sistemas de riego. En Minipi, el problema del recurso hídrico es mayor puesto que se detectaron aguas con altos contenidos de hierro. En Tapias se señalaron eventos ocasionales de carbón (*Ustilago scitaminea* Sydow) y *Diatrea sp*, sin presencia de pérdidas en el cultivo. Se resalta el requerimiento hídrico del cultivo en épocas de sequía por lo que se hace importante establecer sistemas de riego. Los suelos de este municipio son un poco más gredosos y menos orgánicos, se observa mayor necesidad de fertilización tanto orgánica como química.



Figura Innovaciones metodológicas -17. Afectación generada por Diatraea sp y aparición del hongo Muermo rojo o pudrición roja (*Physalospora tucumanensis*) en predio de Nocaima, Provincia del Gualivá, Cundinamarca. Fuente: AGROSAVIA, 2018.

- **Municipio de Nocaima.**

Se visitaron las veredas Jagual y San Juanito. La primera, presenta coberturas vegetales de pastos, mosaicos de pastos con espacios naturales y caña en mayor proporción (6,5 ha). La vereda San Juanito se encuentra cubierta por mosaicos de pastos y cultivos y vegetación secundaria y se tiene sembrada 1 ha de caña.

Los productores visitados, se puede observar de dos tipos: el primero de agricultura familiar campesina y el otro productor agropecuario capitalizado.

En la vereda Jagual, se realiza entresaca cada 3 meses, la variedad POJ 28-78 se corta por primera vez cuando alcanza 15 meses, el agricultor señala el uso de abono orgánico ocasional

pues resalta las condiciones favorables del terreno al presentar tierra negra y suelta. La molienda se realiza semanal obteniendo de 200 a 250 cargas de panela. En San Juanito se realiza corte parejo cuando la caña alcanza los 8 meses, obteniendo de 50 a 60 cargas de panela, realizando molienda cada 15 días, a diferencia del productor de Jagual, se realiza fertilización química y orgánica frecuente y control fitosanitario químico para el manejo de la hormiga y palomilla. Ambos productores cuentan con enramadas propias.

En la vereda Jagual el productor señala como limitante la afectación por *Diatrea sp* y *Ustilago scitaminea* Sydow, la primera con proliferación en épocas secas. En esta finca se señaló además la aparición de palomilla (*Mahanarva sp*). En San Juanito también se reporta como limitante el riesgo fitosanitario por *Diatrea sp*, palomilla *(Mahanarva sp*) y hormiga loca (*Paratrechina fulva*).

En este municipio se resalta la importancia de la fertilidad del suelo, de poseer tierras negras y sueltas, de igual forma reflejan el uso de fertilización orgánica y química para mejorar la producción. Se resalta además la importancia del control fitosanitario, pues las apariciones de las diferentes plagas ocasionan pérdidas para los cultivos.

- **Municipio de Útica**

La visita se realizó en la vereda Abuelita, la cual presenta coberturas vegetales de pastos, mosaicos de pastos y cultivos y caña. La extensión del cultivo de caña es de 22 ha. Se podría considerar como productor agropecuario capitalizado. Aquí este productor lleva registros de la producción y precios desde el año 2012, desde que tomó el manejo del negocio por herencia del padre. El manejo del negocio es valorizado de acuerdo con la rentabilidad y las ganancias son divididas en el núcleo familiar de acuerdo con la participación que tengan los hermanos.

El productor cuenta con su propia enramada y contrata a una sola persona para que se encargue de la producción de panela y manejo del personal.

Con respecto a la comercialización, este productor tiene un intermediario fijo y la entrega de la panela se realiza por pedido. No existe un contrato escrito, sino que las condiciones se han pactado de forma verbal. El pago del producto es contra-entrega.

El manejo se realiza a través de un corte parejo, obteniendo rendimientos de 120 cargas de panela a la semana. Se llevan a cabo fertilizaciones químicas haciendo uso de triple 15 y DAP, y se realiza control biológico para *Diatrea sp*, con avispas.

Como límitantes el productor señala la afectación por *Diatrea sp* y *Ustilago scitaminea* Sydow, además de aparición de malezas. Se resalta la importancia de la fertilización y manejo de plagas.

- **Grado de importancia económica municipal**

Cundinamarca es el segundo departamento con mayor área sembrada y área cosechada de caña panelera según las Evaluaciones Agropecuarias Municipales (2014), después de Antioquia.

Los municipios Caparrapí, Útica y La Peña se encuentran dentro de los 10 principales municipios productores a nivel nacional y al comparar sus rendimientos (t/ha), son los más bajos, 5.6, 6 y 4, respectivamente. Por ejemplo, Toguí (Boyaca) tiene rendimientos de 13 (t/ha) y Mogotes (Santander) de 16 t/ha.

Los bajos indicadores de rendimientos en los municipios mencionados anteriormente, también se reflejan en Nocaima y Villeta, de acuerdo con las entrevistas realizadas a los actores locales, las variedades y edad del cultivo son las variables que más provocan la situación, dado que el establecimiento de los cultivos en todos los municipios supera los 30 años, Caparrapí más de 50 años, La Peña más de 30 años, Nocaima más de 50 años y Útica que no no cuenta con dato exacto, pero se presume en 20 años

Con respecto a las variedades, estas son las que se manejan en cada uno de los municipios visitados: Caparrapí: ZC, RD7511, POJ2878. La Peña: RD7511, POJ2878, Pierna Bella (CC93-7711 Corpoica), Vende Finca (CC93-7510 Corpoica). Nocaima: POJ2878 – ZC (más susceptible a carbón (*Ustilago scitaminea)).* Útica: POJ2878 – RD7511.

- **Variedades**

POJ2878: variedad que en Colombia se encuentra desde 1929, tiene tallos largos, diámetro mediano a grueso, color amarillo verdoso, entrenudos de longitud media y cubiertos con cerosina, su hábito de crecimiento es semierecto y sus hojas abiertas; contiene bastante pelusa, se deshoja fácilmente y se adapta bien a diferentes zonas ecológicas, su maduración es tardía la floración escasa y genera jugos de buena calidad. La producción de caña/ha de esta variedad es aceptable (88,4), lo mismo que los rendimientos en panela (8,9 ton). Es una variedad resistente al carbón, roya y mosaico. No tolera malos drenajes ni suelos ácidos (Insuasty et al, 2000).

RD7511: originaria de Republica Dominicana, que se caracteriza por presentar tallos largos, reclinados y curvados, de color amarillo-verdoso y recubiertos con cerosina. Entrenudo cilíndrico y largo con anillo ceroso difuso y canal de yema pequeño. Posee hojas largas y angostas con las puntas dobladas, no tiene buen deshoje natural y la pelusa es ausente o ligeramente escasa y rala.

Puede alcanzar una germinación superior al 80%, es una planta fuerte y vigorosa con macollas entre 10 a 12 tallos por cepa con tendencia al volcamiento y a la floración**.** Presenta la tendencia a ser más atacada por *Diatraea spp*, con un índice de intensidad de infestación superior al 10%, y es resistente a las enfermedades del Carbón, roya, mosaico, mancha de ojo

y mancha de anillo. La maduración en la hoya del río Suarez ocurre entre los 17 y 18 meses de edad y posee buen contenido de fibra (Insuasty et al, 2000).

CC93-7711 Corpoica Pierna Bella: inicialmente registrada para la región de la Hoya del Río Suárez (Boyacá y Santander) y recientemente (2017) con ampliación de registro para las zonas naturales Montaña Antioqueña, Montaña Santandereana y departamentos de Cundinamarca y Tolima. Los rendimientos de la variedad CC 93-7711 en campo fueron de 127.4 toneladas de caña por hectárea (TCH) y en prueba comercial de molienda de 14,1 toneladas de panela por hectárea (TPH), superando en 16 TCH y en 2,5 TPH a los rendimientos de la RD 75-11, empleada como variedad testigo (Corpoica, 2017).

CC93-7510 Corpoica Vende Finca: es una variedad disponible para el sector panelero de los departamentos de Boyacá, Santander, Antioquia, Tolima y Nariño, para condiciones de ladera y para ambientes semi-húmedos en los que la precipitación anual no supera los 1.800 mm al año. Para regiones donde se desarrolle el sistema de siembra a chorillo y corte por parejo. Los rendimientos de la variedad CC 93-7510 en campo fueron de 126,9 toneladas de caña por hectárea (TCH) o 7,93 toneladas de caña por hectárea mes, y en prueba comercial de molienda de 13,4 toneladas de panela por hectárea (TPH) o 0,83 toneladas de panela por hectárea mes, superando en 18,2 TCH y en 2,2 TPH a los rendimientos del RD 75-11, empleada como variedad testigo (Corpoica, 2017).

- **Accesibilidad a centros de comercialización**

Central de mieles: la Central de Mieles es una adecuación creada en varios municipios estratégicos del departamento, financiada por la Gobernación de Cundinamarca, con el fin de potenciar los productos generados a partir de la caña panelera al exterior. Su objetivo es homogenizar y estandarizar el producto final a partir de la materia prima y así realizar los productos bajo una misma marca.





Figura Innovaciones metodológicas -18. Instalaciones de La Central de Mieles del municipio de Útica. Fuente: AGROSAVIA, 2018.

De los municipios visitados los que cuentan con esta infraestructura son Caparrapí y Útica. En Caparrapí mencionan que poner en marcha la Central de Mieles ha tenido sus conflictos teniendo en cuenta que fue entregada desde el 2015 y todavía no se define las condiciones de funcionamiento. Según el productor visitado, ya se están realizando gestiones para que un aliado comercial tome la administración. En Útica, estas instalaciones ya están realizando pruebas y según conversaciones con actores locales, su funcionamiento empezaría en breve..

Enramadas (o trapiches): Las enramadas son el lugar donde se desarrolla la producción de panela. Existen enramadas privadas y comunitarias. En las enramadas privadas, es de propiedad de un productor y este presta las instalaciones para aquel que lo solicite. El propietario cobra un valor de aproximadamente de $12.000 a $15.000 pesos por carga.




Figura Innovaciones metodológicas -19. Proceso de la panela en una enramada privada en la Vía Útica- Villeta. Fuente: AGROSAVIA, 2018.

Las enramadas comunitarias fueron entregadas tiempo atrás por el "gobierno", por lo que se logró comprender fue un programa entre Ministerio y Gobernación y se entregaron a las asociaciones legalmente constituidas. Las asociaciones quedaron como responsables de su funcionamiento y administración. Al parecer las asociaciones no tenían las capacidades ni la experiencia y tampoco recibieron asesoramiento técnico para dicha administración. Hoy la mayoría de este tipo de enramadas no están en su funcionamiento debido a que no se les hace mantenimiento a sus equipos y se encuentran averiados. Los productores visitados mencionaron que invirtieron en su propia enramada debido a los costos que incurrían para llegar a las enramadas comunitarias teniendo en cuenta que se tiene una distancia considerable desde su lugar de finca.

- **Comercialización de la panela**

La comercialización de la panela se rige por acuerdos no formales, verbales y contra – entrega, es decir, el intermediario le paga al productor de forma inmediata. Los productores en todos los municipios visitados llegan a un punto de la cabecera municipal y entregan su producto al

intermediario. Mencionan que *"el intermediario no es el mismo, eso siempre cambia todas las semanas...uno llega, entrega sus cajas y enseguida le dan la plata…el precio lo ponen ellos".* Se podría considerar que ese cambio de persona no es como tal el intermediario sino el transportador encargado, esto se concluye de acuerdo en conversación con el jefe logístico de almacenes Éxito.

En el caso de Villeta, se logró identificar que aparte del intermediario que proviene de la ciudad de Bogotá, existe el intermediario rural agropecuario. Este intermediario tiene bodegas de almacenamiento en la cabecera municipal y se visualizó en todas las bodegas se mantiene un "stock". Se podría inferir que el "stock" es por el gran volumen que llega al mercado del municipio de Villeta y la volatilidad del precio.



Figura Innovaciones metodológicas -20. Transporte para trasladar las cajas de panela desde Villeta a Bogotá. Fuente: Fuente: AGROSAVIA, 2018.

Teniendo en cuenta el precio al que vende el intermediario rural agropecuario del municipio de Villeta, se muestra a continuación la participación de los actores de la cadena en el precio final tomando como valores de venta el día de la salida de campo.

Es necesario destacar que este ejercicio solo se realiza de forma propositiva con el fin de analizar el porcentaje de participación y solo se efectuará para análisis del grupo socioeconómico.

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

Tabla Innovaciones metodológicas -2. Precio de comercialización de panela según actor. Fuente: Elaboración propia, 2018.

ACTOR	Precio ($) de venta por 100 kilos	Participación del precio final ($)	Participación % (Ppfinal/Pf)
Productor	150.000	150.000	19%
Intermediario rural agropecuario	190.000	40.000	5%
Almacenes de cadena (Jumbo, Éxito)	779.000	589.000	76%

Es necesario mencionar que entre el intermediario rural agropecuario y el almacén de cadena falta el actor de intermediario. Este es el que proviene de la ciudad de Bogotá y vende el producto a almacenes de cadena, tiendas de barrio, otros.

El valor de precio de venta del almacén de cadena corresponde al cálculo de 100 kilos tomando como base el precio de venta de la panela en la presentación de bloque por 1 kilo.

- **Extensión y asistencia técnico sectorial**

La asistencia técnica en los municipios es apoyada por el servicio público de asistencia técnica agropecuaria. Municipios como Caparrapí, los productores mencionaron el acompañamiento técnico de FEDEPANELA. Teniendo en cuenta que FEDEPANELA es un gremio, este servicio se presta cuando existe un programa de asistencia técnica con un tiempo finito y no es frecuente.

En Nocaima, la Asociación de productores de panela (ASOPROPANOC) provee asistencia técnica a sus productores para el manejo del cultivo y entrega insumos y elementos para dotar la enramada y el control biológico para *Diatrea sp*,

Organizaciones gremiales de base (asociatividad): en Caparrapí, existe la Asociación de Alimentos Paneleros. El productor visitado pertenece a esta asociación y mencionó que se está gestionando una relación comercial con una empresa privada que manejará La Central de Mieles en el municipio. A su vez, se percibe una falta de credibilidad en la asociación teniendo en cuenta que no le tiene confianza.

En el municipio de La Peña, se percibe la falta de confianza de los productores en las asociaciones y reflejan su descontento por el funcionamiento de las enramadas comunitarias que fueron mal manejadas por las asociaciones de estos dos municipios en años anteriores.

En Nocaima se encuentra la Asociación de Productores Paneleros de Nocaima ASOPROPANOC. Lleva más de 15 años de constituida y a la fecha existen productores que se

encuentran en el proceso de certificación orgánica de sus productos. En el 2012, lograron obtener la certificación orgánica, no solo del cultivo de caña de azúcar, sino de todos los productos finales para ingresar al mercado de la Unión Europea. Inicialmente lograron la certificación 14 productores y los demás siguieron en la etapa de transición o en conversión, es decir, teniendo en cuenta recomendaciones de BCS OKO GARANTIE, se deben establecer unas mejoras para obtener la certificación. Esta es una de las asociaciones con más trayectoria y recibe visitas de la Comisión de Regulación del Ministerio de Agricultura, teniendo en cuenta el proceso de acompañamiento para la exportación de los productos.

Actualmente bajo la marca de la Asociación, se comercializa los siguientes productos: Panela en bloque, panela en pastilla, panela pulverizada (o instantánea).



Figura Innovaciones metodológicas -21. Productor en estado de transición para certificarse como orgánico en el municipio de Nocaima. Fuente: AGROSAVIA, 2018.

En Útica, se encuentra la Asociación de Productores Agropecuarios de Útica. ASPRUT, en ésta se observan grandes esfuerzos para apalancar la central de mieles lo cual puede llegar a ser un buen indicador para aumentar la confianza en este proyecto y en la asociación.

1.1.3. Salida núcleo productivo de plátano dominico hartón

Se realizó un recorrido por los principales municipios productores de plátano del departamento de Cundinamarca. Se visitaron unidades productivas representativas, así como mercados locales de los municipios de Chaguaní, Guaduas, La Palma, Yacopí y La Vega en Cundinamarca.

- **Municipio de Sasaima**

Según los datos del MADR (2017), Sasaima, es el segundo municipio con mayor área sembrada en plátano. Al igual que en los demás municipios del departamento, la variedad que más se siembra es la de Dominico Hartón, la cual se destina principalmente al mercado local y regional, siendo Villeta, La Vega y Facatativá los principales mercados de este producto. El plátano en este municipio se siembra en un sistema asociado a café y a otros cultivos frutales, emergentes como aguacate, cítricos y banano, siendo el café el principal. De esta manera, el plátano provee flujo de caja durante todo el año, en la medida en que se cosecha semanalmente. Si bien el café es el cultivo principal, se identifica un relativo buen manejo de las plantaciones, en la medida en que se conservan las distancias de siembra, y se hacen las principales labores culturales, como es el deshije, deshoje y despunte. Entre los principales problemas fitosanitarios, se referencia la sigatoka negra y el picudo.

El plátano se comercializa en racimos, que varían entre 12 y 15 kg, se comercializan semanalmente mediante intermediarios que recogen la producción directamente en los predios, y lo transportan a los mercados de Villeta y Facatativá, donde a su vez se comercializa en las plazas de mercado y a consumidores finales. No se hace ningún proceso poscosecha o de transformación agroindustrial. Los predios en los que se presenta este sistema son predios relativamente medianos, en los que los propietarios son personas que residen en la ciudad de Bogotá y cuentan con administrador en el predio, lo que dificulta los procesos organizativos en el municipio. Se llevan registros de insumos y equipos utilizados.

El servicio de asistencia técnica en el municipio es prestado por profesionales y técnicos adscritos a la secretaria de desarrollo económico, que actualmente es liderada por un veterinario. En la zona, también hace presencia el comité de cafeteros de Cundinamarca, y en las zonas bajas del municipio, Fedepanela. Se resalta la falta de acompañamiento técnico para los productores de plátano.



Figura Innovaciones metodológicas -22. Plátano asociado a café en barreras. Sasaíma. Fuente: AGROSAVIA, 2018.



Figura Innovaciones metodológicas -23. Equipo técnico proyecto de visita en predio de Sasaíma. Fuente: AGROSAVIA, 2018.

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

- **Municipios de Chaguaní.**

De los municipios visitados, es quizás el de mayor nivel tecnológico a la fecha, puesto que se identifica un adecuado manejo de cultivo (fertilización, manejo de arvenses, deshoje, despunte, deshije, embolse). El plátano en este municipio comparte espacio con el cultivo de café, dado que se siembra entre los surcos, para brindar un porcentaje de sombra al café, no obstante, también se identifican en monocultivo, lo cual indica la importancia del cultivo en el municipio como fuente de ingresos. Se siembra principalmente en las veredas altas del municipio, como Mojón y Montefrío, los principales problemas se asociación a los picudos negro y rallados. Desde el punto de vista agroecológico, se identifican las condiciones requeridas por el cultivo.

Dado el tamaño reducido del mercado local, los productores abastecen los mercados de Guaduas y Facatativá principalmente. Si bien no hay una asociación de productores conformada como tal, si se hace referencia a un proceso de organización social que ha tenido ciertos altibajos, lo cual lleva a que actualmente haya una organización no formal, tanto para la gestión e implementación de proyectos, como para la determinación de los canales de comercialización. El plátano se comercializa en racimos, en su mayoría cortados los días jueves y viernes, y transportados a los mercados los días sábados.

En la actualidad, no se identifican procesos de transformación y de valor agregado de la producción, no obstante, el plátano del municipio goza de muy buen nombre en los mercados regionales, dado que calidad (“más blando y de mejor sabor”) según comercializadores respecto al plátano de otras regiones. El servicio de asistencia técnica, lo presta actualmente la UMATA, a pesar de su escaso personal disponible.

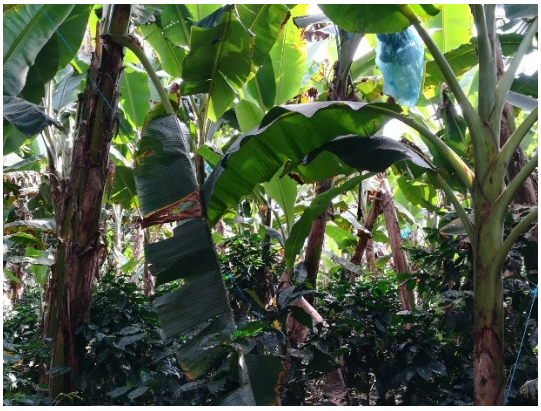


Figura Innovaciones metodológicas -24. Plátano en asocio con café. Chaguaní.



Figura Innovaciones metodológicas -25. Sesión de trabajo con productores y técnicos de Chaguaní. Fuente: AGROSAVIA, 2018.

Fuente: AGROSAVIA, 2018.



Figura Innovaciones metodológicas -26. Embolsado de racimos de plátano. Chaguaní. Fuente: AGROSAVIA, 2018.



Figura Innovaciones metodológicas -27.. Distancias de siembra plátano. Chaguaní. Fuente: AGROSAVIA, 2018.

- **Municipio de Guaduas**

Se visitó el mercado local (plaza de mercado), dado que su ubicación en uno de los principales corredores viales de la región, lo convierte en un punto estratégico para la comercialización de productos agropecuarios, entre ellos el plátano. En esta plaza se comercializa plátano proveniente en su mayor parte de Chaguaní y de otros municipios como Palocalbildo (Tolima).

El mercado abre todos los días de la semana, siendo el viernes, sábado y domingo, los de mayor afluencia, tanto de proveedores como de compradores. Los comerciantes del mercado varían en la procedencia del plátano comprado y en las formas de compra, algunos se proveen de medianos volúmenes (hasta 50 racimos) los cuales venden durante el fin de semana, mientras que otros se abastecen de plátano en gajos empacados en bolsas plásticas transparentes, el cual llega de Palocabildo. En algunas épocas de escasez en la región, los comerciantes mencionan que entra plátano procedente de los llanos orientales, no obstante, manifiestan que los consumidores prefieren el plátano de origen regional, dado sus características organolépticas y de palatabilidad.

La comercialización en esta plaza se rige por acuerdos no formales, que datan de más de tres años de antigüedad, lo cual da cuenta de la relativa estabilidad del comercio de plátano en la región. Según productores de Chaguaní, el mercado de Guaduas está en capacidad de recibir o comprar más plátano al que actualmente compra, esto, se corroboró en la visita al mercado, en donde se evidenció la entrada de plátano procedente de Palocabildo.



Figura Innovaciones metodológicas -28. Plaza de mercado en Guaduas. Fuente: AGROSAVIA, 2018.



Figura Innovaciones metodológicas -29. Cargue de plátano en plaza de mercado en Guaduas. Fuente: AGROSAVIA, 2018.

- **Municipio de La Palma**

Es el municipio con mayor área sembrada, el plátano al igual que en los otros municipios, se siembra asociados al café, siendo este último el principal. Los predios son pequeños principalmente y se distribuyen en casi todas las veredas del municipio. En el cultivo asociado, se encuentran mayor incidencia de problemas fitosanitarios, como sigatoka, picudo y problemas de bacteriosis, así mismo se encuentra una menor calidad de suelos, dado que se evidencia menor contenido de materia orgánica, mayor pendiente y menor disponibilidad de fuentes hídricas. No obstante, el plátano de la región tiene buen mercado, tanto local en la plaza de mercado del municipio, como en los municipios vecinos, como es La Peña, Yacopí y Topaipí, entre otros. Es de resaltar que los comerciantes de los municipios mencionados recogen la producción en los predios con los que tienen algún tipo de acuerdo, con una frecuencia semanal.

Al igual que en los demás municipios, el tema organizacional es incipiente, y los procesos no trascienden de proyectos productivos y de investigación específicos, liderados por la alcaldía o demás entidades estatales que hacen presencia en el municipio como el Comité de Cafeteros. En este municipio se hace referencia al impacto del proceso de postconflicto, puesto que se asegura que debido a este escenario y al programa de restitución de tierras, se ha especulado sobre el valor de la tierra, la cual ha creído en los últimos años más que en otros municipios vecinos.



Figura Innovaciones metodológicas -30. Plátano en monocultivo en La Palma. Fuente: AGROSAVIA, 2018.



Figura Innovaciones metodológicas -31. Racimos de plátano en un solo sitio. La Palma. Fuente: AGROSAVIA, 2018.

- **Municipio Yacopí**

Es el municipio de mayor extensión, con vocación principalmente ganadera. El cultivo de distribuye en algunas veredas altas del municipio (guaduales), en su mayoría colindantes con el municipio La Palma. El plátano se asocia a café y se siembra de manera dispersa por los predios. En cuanto a manejo del cultivo, se evidencia menor grado de tecnificación, puesto que no se realizan labores culturales y se encuentra mayor incidencia de problemas fitosanitarios, tales como gusano tornillo, sigatoka negra y picudo. En general, es evidente la falta de acompañamiento técnico para los platanicultores, puesto que la secretaria de desarrollo económico, instancia encargada de prestar el servicio en el municipio, no cuenta con el perfil ni la cantidad de personas para hacer frente a los requerimientos de los productores.

En cuanto a las condiciones agroecológicas, son suelos pobres en materia orgánica, con problemas de acidez, en las zonas altas, fuertes pendientes y con problemas de erosión. El ciclo productivo dura entre 12 y 16 meses de acuerdo a la altura sobre el nivel del mar. Debido a la extensión del municipio, la producción se destina a la plaza de mercado local, y a algunos municipios vecinos, como es el caso de La Dorada (Caldas), Caparrapí y Puerto Salgar (Cundinamarca). Según información suministrada por técnicos locales, la producción en el centro poblado se suple con plátano proveniente de La Palma. De los municipios visitados, es el que cuenta con mayor marginalidad en cuando a condiciones agroecologías, técnicas, institucionales y de comercialización.



Figura Innovaciones metodológicas -32. Cultivo de plátano en suelos de pendiente pronunciada en Yacopí. Fuente: AGROSAVIA, 2018.



Figura Innovaciones metodológicas -33. Identificación de gusano tornillo, cultivo de Plátano, Yacopí. Fuente: AGROSAVIA, 2018.

- **Municipio de La Vega**

De los municipios visitados, es el de menor área sembrada en plátano. El cultivo se siembra en la franja cafetera, la cual se ubica en las veredas de Hoya Grande y El Chupal. Sobresale un proceso consolidado de organización de productores, los cuales han llevado a cabo proyectos productivos con la alcaldía y recientemente con la Gobernación de Cundinamarca y Corpoica en el denominado Corredor tecnológico, en el cual se capacitó en el manejo integrado del cultivo de plátano. Si bien se aprecian plantaciones en monocultivo, la mayor parte se siembra en asocio con café.

Otra de las características del municipio, es que dada la vocación agro y ecoturistica del municipio, la demanda generada por los visitantes cada fin de semana, no se logra satisfacer con la producción local, por lo cual es necesario suplirla con plátano proveniente de municipios como Sasaíma y San Francisco, así como de plátano procedente de los Llanos Orientales y de municipios del Tolima como Palocabildo. Dado lo anterior, La Vega es el único municipio que cuenta con mayor mercado que producción, lo cual lo convierte en una ventaja comparativa y estratégica.

No obstante, la misma vocación turística del municipio, cierne ciertas preocupaciones por la producción no solo de plátano, sino de la producción agrícola en general, puesto que la presión sobre los predios rurales, hace que el costo de la tierra se eleve de una manera insostenible por los pobladores locales; así mismo, la falta de mano de obra para las labores de los predios, encarece el manejo técnico de los cultivos, lo cual es otra de las amenazas sobre el futuro de la producción.

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

Por último, un aspecto a tener en cuenta es el capital institucional, puesto que la secretaria de desarrollo rural del municipio, cuenta con al menos 10 profesionales encargados de desarrollar y acompañar procesos productivos en la región, lo cual se ve reflejado en diversos procesos organizativos y en la consolidación de espacios alternativos como son los mercados campesinos y en el inicio de pequeñas plantas transformadores de plátano.



Figura Innovaciones metodológicas -34. Cultivo de plátano en La Vega. Fuente: AGROSAVIA, 2018.



Figura Innovaciones metodológicas -35. Parcela de validación de tecnologías en La Vega. Fuente: AGROSAVIA, 2018.

- **Consideraciones finales**

A modo de reflexión y con el fin de sintetizar los identificado en el recorrido de campo por los municipios productores de plátano, se presentan los siguientes puntos:

- La principal variedad de plátano sembrada es la Dominico Hartón, en algunos pocos predios, se tienen variedad África y Dominico, en combinación con Dominico Hartón.

- El plátano en el departamento de Cundinamarca es un cultivo que se siembra principalmente en las zonas cafeteras, en asocio con café, en barreras o de manera dispersa en los lotes, siendo un cultivo secundario que provee la generación de ingresos todo el año.

- El manejo técnico identificado es muy heterogéneo, en municipios como Chaguaní y La Vega, se hace un mejor manejo de las labores culturales, y se cuentan con mayor conocimiento sobre los problemas fitosanitarios y manejo de suelos, mientras que municipios como Yacopí, el conocimiento y el manejo es más precario.

- No se identifican procesos de organización o agremiación entorno a la producción de plátano, salvo en el municipio de La Vega en donde se cuenta con una asociación en

proceso de establecimiento de cultivos y en Chaguaní en donde se presenta un proceso en donde se dan unos acuerdos informales sobre el manejo y comercialización de la producción.

- La comercialización del plátano se da mediante acuerdos informales entre productores, intermediarios mayoristas y minoristas, y comercializadores de las plazas de mercado. Es un mercado relativamente estable que depende de la oferta de la zona. También se identifica que entra plátano de otros municipios de departamentos vecinos como Tolima y Meta.
- No se aprecian procesos de transformación a nivel de agroindustria rural o de pequeña escala en los municipios productores, salvo en el municipio de La Vega, en donde se está iniciando con el procesamiento de patacones empacados al vacío para ser comercializados en Bogotá.

1.2. Metodología para la calificación de la oferta edáfica, determinación de lámina de riego y susceptibilidad excesos de agua en el suelo

1.2.1. Calificación de oferta edáfica

Los estudios de suelos a escala 1:100.000, corresponden a un levantamiento de tipo General, dentro de la metodología utilizada actualmente por la Subdirección de Agrología del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Esto significa que en el estudio el nivel de generalización taxonómica es el subgrupo, con sus respectivas fases cartográficas. Las unidades cartográficas de suelo (UCS) empleadas son las asociaciones, consociaciones, grupos indiferenciados y complejos (IGAC, 2009).

La *consociación* es una unidad cartográfica dominada por más del 50 % por un solo taxón y mínimo un 25 % de suelos similares al taxón principal (Wanbeke & Forbes, 2013); las asociaciones y complejos están conformados por dos o más suelos disímiles en diferentes proporciones y a un mayor nivel de detalle los taxones que conforman una asociación pueden ser separados, caso contrario a los complejos debido a su relación intrínseca (Jaramillo, 2002).

Teniendo en cuenta lo anterior, es importante identificar la metodología de calificación de las unidades cartográficas de suelos. Para la presente zonificación se propone seguir la metodología de calificación establecida para el cálculo del valor potencial (VP) en las áreas homogéneas de tierras para catastro desarrollada por el IGAC (2016), esta consiste en analizar cada uno de los taxones componentes de una unidad cartográfica de suelos y ponderar un valor de acuerdo con el porcentaje de participación dentro de la UCS. Esta metodología ha sido propuesta también por Morales et. al. (2015) en el ajuste del índice de productividad (IP) en la metodología de evaluación de tierras mediante métodos paramétricos. Adicionalmente ha sido

usada para diferentes ejercicios de mapeo digital de suelos propuestos por Odgers, Libohoba & Thompson (2012) para calcular el stock de carbono orgánico en Estados Unidos y por Esri en su capa disponible de agua aprovechable del suelo con resolución de 1 km. Esta metodología permite integrar cada uno de los suelos presentes en una UCS sin sobrevalorar o subvalorar la oferta edáfica donde por ejemplo un complejo calificado con el taxón más limitante, pero con un porcentaje de participación bajo podría limitar la aptitud de uso de toda una UCS.

Por tanto, para cada unidad cartográfica de suelos se calculó el valor ponderado para cada una de las propiedades del suelo para cada perfil en los primeros 40 cm del suelo (Woli et al., 2012). Cada unidad cartográfica fue revisada tanto en su interpretación como coherencia por parte de un edafólogo.

Para cada perfil y específicamente para cada horizonte se analizaron las siguientes propiedades que posteriormente conformaron la oferta edáfica: profundidad inicial, profundidad final, espesor, porcentaje de arena (A), limo (L) y arcilla (Ar), fragmentos de roca en el perfil, materia orgánica (MO), capacidad de campo, punto de marchitez permanente, densidad aparente, carbono orgánico (CO), pH, capacidad de intercambio catiónico CICA, Saturación de bases, saturación de aluminio, Sodio (Na) y profundidad efectiva.

- **Profundidad efectiva**

Para establecer la profundidad efectiva de una UCS se analizaron cada uno de los perfiles de la unidad cartográfica de suelos. En cada perfil se identificaron las limitantes físicas o químicas para el desarrollo radicular y se estableció una profundidad en centímetros a la cual se presenta una restricción. Dichas limitantes para el desarrollo radicular se basaron en el Instructivo de Códigos para los Levantamiento de Suelos propuestos por IGAC (2014), se identificaron limitantes como contacto lítico, paralítico, presencia de nivel freático, capas compactadas, cambio textural abrupto, etc.

Posteriormente, según la metodología de calificación para cada propiedad en la UCS se realizó una media ponderada de acuerdo al porcentaje de representación de cada taxón dentro de la UCS. A continuación, se muestra un ejemplo de cálculo:

$$PEP = \frac{(PEp\,1 * \%p1) + (PEp\,2 * \%p2) \ldots (PEpn * \%pn)}{(\%p1 + \%p2 + \ldots \%pn)}$$ (Innovaciones metodológicas .1)

Donde:

PEP: Profundidad Efectiva Ponderada
PEp1: Profundidad Efectiva perfil 1
%p1: Porcentaje del perfil 1 en la unidad cartográfica
PEpn: Profundidad Efectiva perfil n
%pn: Porcentaje del perfil n en la unidad cartográfica

- **Textura**

Para la calificación de la textura en los criterios de condición de enraizamiento y capacidad de laboreo se analizaron los porcentajes de A, L y Ar de cada horizonte, se ingresaron estos valores al triangulo textural (Figura Innovaciones metodológicas -36 a.) para determinar de esta forma la clase textural de cada horizonte, una vez obtenida, se procedió a establecer la familia textural, su determinación consiste en sacar el promedio ponderado de los porcentajes de A, L y Ar de los horizontes entre 0 y 40 cm de profundidad y ubicarlo dentro del triángulo de familia texturales (Figura Innovaciones metodológicas -36 b.), criterio que se considera válido para suelos minerales.

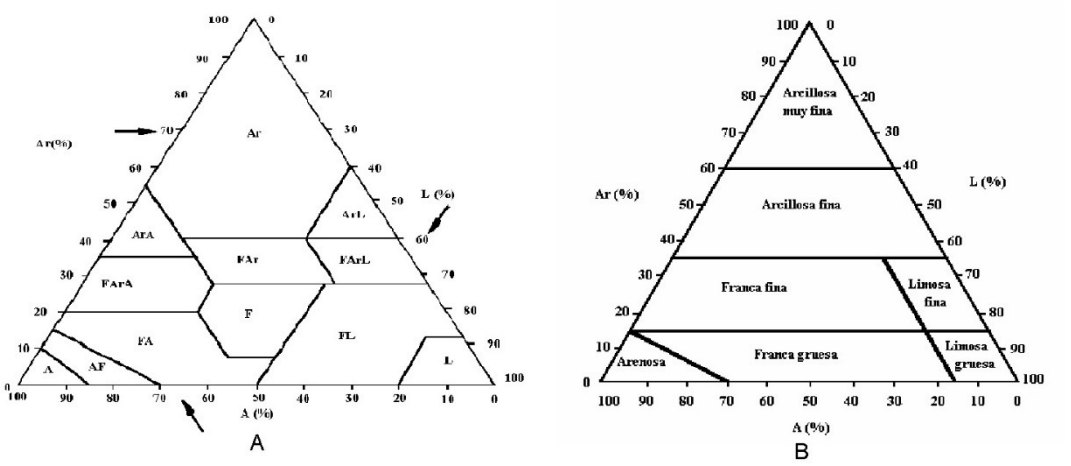


Figura Innovaciones metodológicas -36. Generalizaciones de las clases texturales del suelo, según el USDA. a. Clases texturales, b. Familias texturales. Fuente: Jaramillo, 2002)

Tabla Innovaciones metodológicas -3. Ejemplo del método de calificación de la textura para los criterios capacidad de laboreo y condiciones de enraizamiento, en los cultivos de fríjol voluble, caña panelera y plátano dominico hartón. Fuente: Elaboración propia, 2018.

Porcentaje	Familia textural	Capacidad de Laboreo- Textura		Condiciones de enraizamiento-Textura					
		Calificación	Calificacion final	Caña	Calificación	Fríjol	Calificación	Plátano	Calificación
45	Familia franca gruesa	A2	A2	A1	A1	A1	A1	A1	A1
25	Familia franco fina			A1		A2		A1	

		A2							
15	Familia arenosa	A3		A2		A2		A3	
15	Afloramiento Rocoso	N1		N1		N1			

Posteriormente se calificó cada perfil, para los criterios de capacidad de laboreo y condiciones de enraizamiento, dentro de las clases de aptitud A1 (Alta), A2 (Media), A3 (Baja) y N1 (No apta), partiendo de las tablas de requerimientos para los cultivos de frijol, caña panelera y plátano dominico hartón. Finalmente, la calificación de la textura para cada UCS partió de la interpretación individual de cada perfil y su porcentaje de participación, así la calificación de la UCS corresponde a la calificación predominante (con mayor porcentaje), en la Tabla 1 se muestra un ejemplo de calificación para una UCS; Sin embargo, cuando la distribución porcentual de las calificaciones al interior de la UCS es igual, se calificó dicha UCS con la categoría más limitante.

- **Pedregosidad**

Cada unidad cartográfica de suelos está definida por un símbolo que resume algunos factores de formación de este y por otros aspectos limitantes como la pendiente, erosión, encharcamientos, inundaciones, rocosidad y pedregosidad. En el estudio de suelos se define la fase por pedregosidad con la letra (p) (Figura Innovaciones metodológicas -37). Sin embargo, no solo las UCS que definieron una fase por pedregosidad presentaron este atributo, también fue necesario revisar la descripción de los suelos en la leyenda (Figura Innovaciones metodológicas -38Error: Reference source not found). Para la calificación de la pedregosidad se definieron las siguientes condiciones de acuerdo con el análisis de la leyenda de suelos y las fases de cada UCS:

- Las UCS con fase de pedregosidad, se calificaron con el valor más alto entre 15-50% (Figura Innovaciones metodológicas -37)
- UCS con información en la leyenda de presencia de pedregosidad superficial, sin definición de la fase de pedregosidad se le asignó un valor de 3-15% (Figura Innovaciones metodológicas -38)
- UCS sin presencia de información acerca de esta variable se calificó en <3%

p	=	Pedregosidad en superficie.

Figura Innovaciones metodológicas -37. Letra empleada para la fase por pedregosidad superficial. Fuente: IGAC, 2000.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL RELIEVE Y LOS SUELOS	SÍMBOLO
Relieve ligera a moderadamente quebrado, con pendientes 7-12, 12-25 y 25-50%, afectado en sectores por frecuente pedregosidad superficial; suelos profundos a muy superficiales, bien a moderadamente bien drenados, de texturas medias a finas, reacción muy fuertemente ácida a neutra, saturación de aluminio baja y fertilidad, en general, moderada.	MQCd MQCdp MQCe

Figura Innovaciones metodológicas -38. Descripción de pedregosidad en la leyenda de suelos. Fuente: IGAC, 2000.

- **pH, CIC, Saturación de bases, Carbono orgánico, saturación de aluminio**

Para el cálculo de estas variables partiendo del estudio de suelos general de Cundinamarca se ingresó el valor de la variable para cada horizonte del perfil, y se pondera solamente hasta los 40 cm de profundidad, este valor se tomó de acuerdo con Woli *et al.* (2012). Posteriormente se realiza un ponderado final del valor obtenido de cada perfil a fin de obtener la valoración para la UCS (Tabla Innovaciones metodológicas -4).

Tabla Innovaciones metodológicas -4. Captura y ponderación de pH en la unidad cartográfica de suelo. Fuente: Elaboración propia, 2018.

%	Nomenclatura	Prof_Inicio (cm)	Prof_final (cm)	Espesor (cm)	pH	pH_perfil_40cm	pH_UCS
45	A	0	36	36	4,5	4,5	4,4
	AC	36	64	28	4,8		
25	A	0	18	18	4,2	4,4	
	Bw1	18	33	15	4,5		
	Bw2	33	47	14	4,5		
15	A1	0	9	9	4,0	4,3	
	A2	9	36	27	4,4		
15	R	-	0	0			

- **Porcentaje de sodio intercambiable (PSI)**

Para estimar el porcentaje de sodio intercambiable, se identificó el contenido de sodio (Na) para cada uno de los perfiles del estudio de suelos de Cundinamarca. Para cada uno de estos se calculó el porcentaje de sodio intercambiable (PSI) para los primeros 40 cm superficiales del suelo mediante la relación del contenido de sodio y la capacidad de intercambio catiónico como se muestra a continuación:

$$PSI = \frac{Na\left(\frac{meq}{100\,g}\right)}{CICA\left(\frac{meq}{100\,g}\right)} \qquad \text{(Innovaciones metodológicas .2)}$$

Sin embargo, como una alternativa en futuros ejercicios de evaluación de tierras o evaluación de la salinidad del suelo, se recomienda hacer uso del estudio de degradación del suelo por salinidad realizado y publicado por el IDEAM en el año 2018.

1.2.2. Determinación de la lámina de agua aprovechable

Se hace la determinación de la lámina de agua aprovechable con el fin de estimar el déficit hídrico que tendría cada uno de los cultivos teniendo en cuenta la distribución y el total de precipitación y la capacidad que tiene el suelo para almacenar dicha lámina de agua. La capacidad de almacenamiento de agua en el presente documento es nombrada como agua aprovechable y según (Gavande, 1972) se define como la lámina de agua que el suelo puede almacenar y puede ser aprovechado por las plantas, esta propiedad es dependiente de otras propiedades del suelo como la textura, densidad aparente, densidad real (Malagón, 2015) y carbono orgánico (Mikutta et al., 2016). Esta propiedad permite realizar un balance hídrico del suelo (Horne & Scotter, 2016), el cual es una herramienta en la clasificación de suelos (Hurst, 1951), balance de nutrientes (Chicota et al., 2013), requerimientos y planeación del riego (Silva, 2007) entre otros.

Sin embargo, para el estudio de suelos del departamento de Cundinamarca no se cuenta con información de la capacidad de almacenamiento de agua del suelo. Esta dificultad ha sido superada por diversos autores (Reichert et al., 2009; Daminano & Taboada, 2000) mediante el uso de funciones de pedotransferencia. Una de las aplicaciones a escala global de dichas funciones la ha propuesto Hengl et al., 2014, Hengl et al., 2017, quien hace uso de ecuaciones de pedotransferencia tanto para suelos de climas templados como tropicales para estimar una superficie de capacidad de almacenamiento de agua con resolución de 1 km y 250 m; a escala regional Leenars et al, (2018) hizo uso de la función propuesta por (Hodnett & Tormasella, 2002) para calcular la capacidad de almacenamiento de agua para la región semiárida de África.

Partiendo de la información del porcentaje de arena, arcilla y materia orgánica, se aplicó la función de pedotransferencia propuesta por Saxton & Rawls (2006), quienes usaron la base de datos de 206 perfiles de suelos de la USDA para estimar la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente con un coeficiente de determinación de 0.86 y 0.33 respectivamente.

Por tanto, para los perfiles que no contaban con información de agua aprovechable se aplicó la siguiente ecuación:

$$\varnothing_{1500} = \varnothing_{1500t} + \left(0.14 * \varnothing_{1500t} - 0.02\right) \quad \text{(Innovaciones metodológicas .3)}$$

$$\varnothing_{1500t} = -0.024\,S + 0.487\,C + 0.006\,OM + 0.005\left(S*OM\right) - 0.013\left(C*OM\right) + 0.068\left(S*C\right) + 0.031$$

(Innovaciones metodológicas .4)

$$\varnothing_{33} = \varnothing_{33t} + \left[1.283\left(\varnothing_{33t}\right)^2 - 0.374\left(\varnothing_{33t}\right) - 0.015\right] \quad \text{(Innovaciones metodológicas .5)}$$

$$\varnothing_{33t} = -0.251\,S + 0.195\,C + 0.011\,OM + 0.006\left(S*OM\right) - 0.027\left(C*OM\right) + 0.452\left(S*C\right) + 0.299$$

(Innovaciones metodológicas .6)

Donde:

$\varnothing_{1500t}$ Marchitez permanente (% v)
$\varnothing_{33t}$ Capacidad de campo (% v)
S Arena (%)
C Arcilla (%)
OM Materia orgánica (%)
Sin embargo, Saxton & Rawls (2006) indican que esta función de pedotransferencia no es aplicable a suelos orgánicos, por tanto, en estos casos el procedimiento fue diferente, se identificaron aquellos perfiles con horizontes orgánicos entre de los primeros 40 cm de la superficie del suelo, se identificaron sus características como contenido de MO, grado de descomposición del material orgánico y se buscó entre la base de datos de perfiles del mismo departamento horizontes con condiciones similares a dichas características que si presentara ensayos de física de suelos, entre ellos densidad aparente y curva de retención de humedad y se les asignó la misma agua aprovechable.

Con base a lo anterior, se determinó el agua aprovechable para cada horizonte (AWC_H):

$$AWC_H(\%v)=(\varnothing_{33t}-¿\ \varnothing_{1500t})/100$$ (Innovaciones metodológicas .7)

Posteriormente y por definición, la capacidad de almacenamiento de agua en un suelo corresponde a su fracción fina, es decir, las partículas con un tamaño inferior a los 2 mm (arcillas, limos y arenas) (Saxton & Rawls, 2006; Hodnett & Tormasella, 2002; Leenars et al 2018). Por lo anterior, se realizó un ajuste teniendo en cuenta el porcentaje en volumen de fragmentos de roca mayor a 2 mm (gravilla, cascajo, guijarro, etc.) descritos en cada horizonte, pues el volumen que estos ocupan no almacena agua. Así pues, se planteó la siguiente ecuación de ajuste.

$$AWC_{Hajustado}(\%v)=(AWC_H-(AWC_H*\%Fragmentos/100))$$ (Innovaciones metodológicas .8)

Finalmente, se calculó la lámina de agua aprovechable en milímetros de cada horizonte:

$$AWC_{HAjustadoH}(mm)=\left(AWC_{Hajustado}*\left(Espesor\left(cm\right)*10\right)\right)$$ (Innovaciones metodológicas .9)

La lámina de agua aprovechable para la UCS se determinó de manera similar a lo descrito en la profundidad efectiva, calculando inicialmente el valor de cada perfil a través de la sumatoria del valor de cada horizonte involucrado hasta los 40 cm de profundidad, posteriormente se realizó la sumatoria de los perfiles asociados a la UCS, teniendo en cuenta el porcentaje de participación al interior de la UCS.

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

1.2.3. Susceptibilidad a inundaciones y encharcamientos

Como parte de la evaluación de tierras para los cultivos de plátano domino hartón, fríjol voluble y caña panelera en el departamento de Cundinamarca, se evaluó la susceptibilidad por inundaciones y encharcamientos, pues estos eventos generan estrés hídrico en el suelo; limita la disponibilidad de oxígeno y nutrientes (Unger *et al*., 2009) y aumenta la concentración de etileno en el suelo (Malik *et al*., 2003) generando una disminución parcial o total de su capacidad productiva (De la Cruz *et al*., 2012).

Los eventos de inundación son producidos por el ascenso del nivel de una corriente fluvial, lago o mar, y generan el cubrimiento de la superficie del suelo con una lámina de agua (Lugo, 2011).

La susceptibilidad, es la probabilidad de una zona a ser afectada por un peligro y está en función de su exposición a este (Pittaluga y Suvirés, 2011), en este caso la exposición a una inundación o encharcamiento está en función de las características geomorfológicas de cada UCS como su posición en el relieve, pendiente y su forma. Adicionalmente, la interpretación de la susceptibilidad a inundación y encharcamiento se puede complementar incluyendo el análisis de cada uno de los perfiles de suelo que representan los taxones de una UCS.

- **Metodología**

El análisis de la susceptibilidad a inundaciones y encharcamientos partió del análisis de la geomorfología del departamento de Cundinamarca.

Se analizaron cada uno de los paisajes y tipos de relieve descritos en las UCS haciendo referencia a su posición en el relieve identificado en la leyenda de suelos, cercanía a cauces de agua con la revisión de la cartografía básica a escala 1:100.000 y fase por pendiente la cual se encuentra en la cartografía de suelos con las letras minúsculas a – f y cuyo porcentaje de inclinación se describe la Tabla Innovaciones metodológicas -6.

Inicialmente se calificaron los tipos de relieve y pendientes que no presentan riesgo de inundación o encharcamiento debido a la naturaleza de la geoforma, el porcentaje de pendiente y la forma de la pendiente. Por lo anterior, los tipos de relieve como espinazos, crestas, cuestas, filas y vigas, lomas, colinas, glacis coluvial y de acumulación, abanicos terraza, antiguo y aluviales (con pendientes mayores a b) se les dio una calificación de “Sin probabilidad de ocurrencia” de encharcamiento ya que en estas zonas se ve procesos más erosivos y de escorrentía que de infiltración y encharcamiento.

Para los tipos de relieve restantes, se evaluó la posición en el terreno, su pendiente y los componentes taxonómicos de la UCS teniendo en cuenta el régimen de humedad según el estudio de suelos de Cundinamarca de acuerdo a la Tabla Innovaciones metodológicas -7.

De igual manera se continuo con el método de calificación en donde se analizó inicialmente el tipo de relieve, seguido de la pendiente de la geoforma, tipo de suelo, taxonomía y régimen de humedad con la intención de tener una idea más clara de su origen y de los procesos edafogenéticos presentes.

Tabla Innovaciones metodológicas -5. Paisajes y tipos de relieve del departamento de Cundinamarca. Fuente: IGAC, 2000.

PAISAJE	TIPO DE RELIEVE	PAISAJE	TIPO DE RELIEVE
Montaña	Espinazos, crestas y escarpes mayores	Lomerío	Colinas
	Campos morrénicos		Espinazos, crestas y barras homoclinales
	Artesas		Glacís coluvio - aluvial
	Vallecitos		Lomas
	Glacís de acumulación y lomas		Vallecitos coluvio- aluviales
	Crestones	Piedemonte	Abanicos terraza subrecientes
	Cuestas		Abanicos terraza antiguos
	Lomas		Terrazas
	Filas - Vigas		Planos de inundación y/o vallecitos
	Glacís coluvial	Planicie	Planos de inundación
	Abanicos-terraza diluviales		Terrazas
	Abanicos aluviales	Valle	Plano de inundación
	Vallecitos glaci- fluviales		Plano de inundación

	Vallecitos coluvio- aluviales		Terrazas

1.2.4. Metodología general del balance hídrico con fines de zonificación agroclimática

El procedimiento general se presenta en la Figura Innovaciones metodológicas -39, donde, a partir de una base de datos climáticos, la capacidad de retención de humedad del suelo (numeral 1.2.2) y los valores correspondientes al cultivo modelado, se integran en un balance hídrico agrícola espacial para posteriormente obtener salidas espacio – temporales de estrés hídrico entre otras.

Tabla Innovaciones metodológicas -6. Descripción en porcentaje de las fases por pendiente de las UCS. (IGAC, 2000)

SIMBOLO PENDIENTE	% DE PENDIENTE
n	0 – 1
a	0 - 3
b	3 – 7
c	7 – 12
d	12 – 25
e	25 – 50
f	50 – 75
g	> 75

Tabla Innovaciones metodológicas -7. Calificación de la Unidad cartográfica de suelos de acuerdo al tipo de relieve y régimen de humedad. Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tipo de relieve	Porcentaje de un suelo con integrado o régimen de humedad ácuico	Calificación
Vallecitos y plano de inundación	%< 25	Moderada
	25<=%<50	Alta
	%>=50	Muy Alta
Terrazas, lomeríos y abanicos	%<10	Muy Baja
	10<=%<25	Baja
	25<=%<50	Moderada

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

	50<=%<70	Alta
	%>=70	Muy Alta

- **Variables climáticas**

La corporación cuenta con una base de datos climáticos a nivel nacional, con series históricas continuas a escala diaria para el periodo 1980-2011. Los datos fueron suministrados por el IDEAM, cuyas series fueron sometidos a controles de calidad y generación de datos faltantes según procedimiento descrito por Corpoica (2014).

Una vez definida la zona de estudio, se realiza la consulta de la base de datos según el sitio y las variables climáticas. Para el cálculo del balance hídrico es necesario calcular la evapotranspiración de referencia (ETo), pero cabe mencionar que debido a la escases de series de Humedad Relativa (HR), Brillo Solar (BS) y Velocidad Viento (VV) para realizarlo por el método de FAO Penman Monteith (Allen *et al.,* 2006), este mismo autor recomienda la ecuación de Hargreaves para solventar dicha carencia.

$$ET_o = 0.0023\left(T_{media} + 17.8\right)\left(T_{max} - T_{min}\right)^{0.5}\left(R_a\right)$$ (Innovaciones metodológicas .10)

Donde,
ETo: evapotranspiración de referencia (mm día^{-1})
T_{media}: temperatura media del aire (°C)
T_{max}: temperatura máxima del aire (°C)
T_{min}: temperatura mínima del aire (°C)
Ra: radiación extraterrestre (mm día^{-1})

Así mismo, para el posterior cálculo del balance hídrico se requiere de la consulta de la variable precipitación (PPT), siendo la variable que más registros contiene la base de datos.

- **Periodos de modelación**

A fin de crear superficies espaciales de las variables climáticas para el departamento de Cundinamarca, se realizaron interpolaciones a escala diaria de las variables Tmax, Tmin, Tmed, y PPT en las en diferentes periodos de modelación.

Partiendo del análisis abordado por Corpoica (2014), que delimitó tres patrones de precipitación para el departamento de Cundinamarca (VOrMag, ALTCunBoy y PIEll), los cuales presentan un volumen y una distribución anual de las lluvias de forma diferencial, se

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

establecieron en cada una de estas regiones las fechas de siembra más usuales de los núcleos productivos.

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

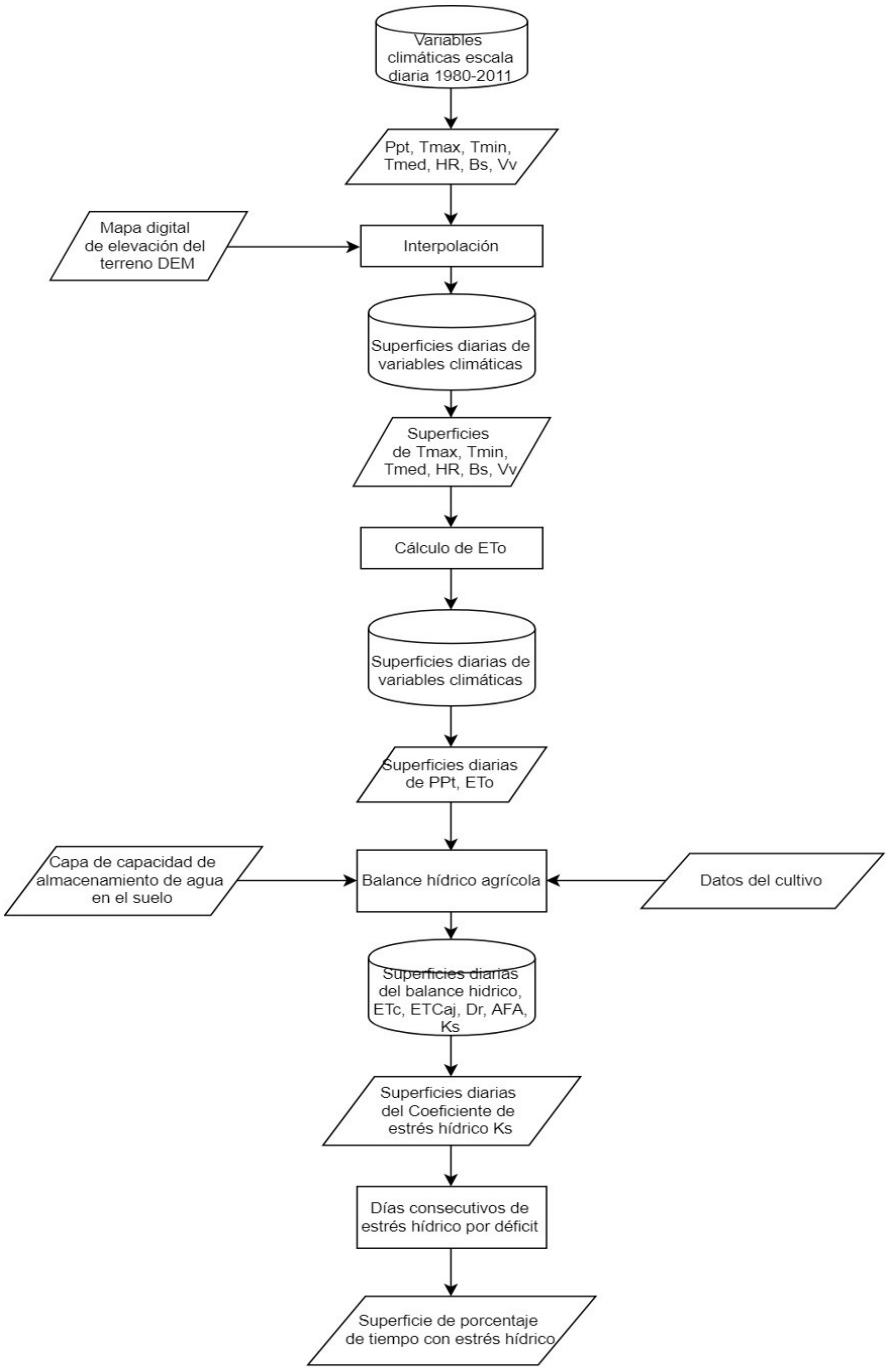


Figura Innovaciones metodológicas -39. Procedimiento general de la aplicación del modelo del balance hídrico agrícola espacial. Fuente: Elaboración propia, 2018.

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

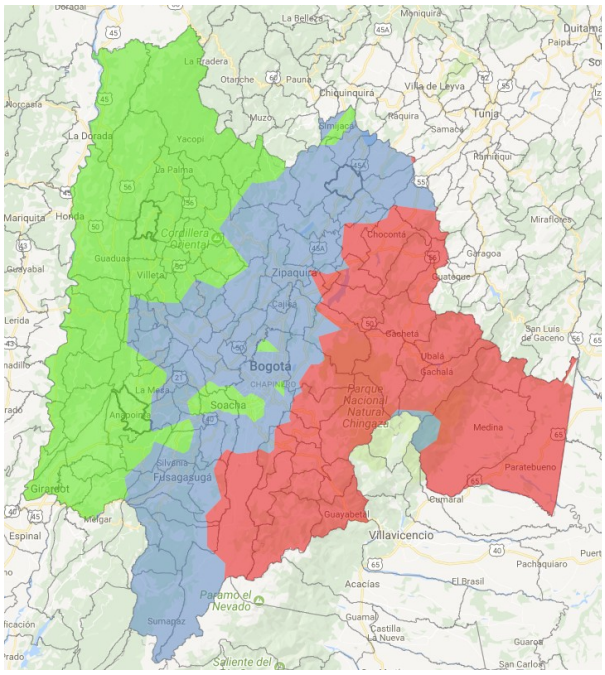


Figura Innovaciones metodológicas -40. Patrones de precipitación para el departamento de Cundinamarca. Fuente: Corpoica, 2014; en color verde, la vertiente oriental del río Magdalena (VOrMag); en azul, Altiplano cundiboyacense (ALTCunBoy); en rojo, Piedemonte llanero (PIEll).

Posteriormente, se realizó la sumatoria de los valores de precipitación de cada ciclo de cultivo: para caña y plátano un ciclo de 730 días por que se consideran cultivos permanentes y fríjol un ciclo de 150 días iniciando según el ciclo usual en los núcleos productivos de cada zona (Tabla Innovaciones metodológicas -8). Según la sumatoria por cada año (empezando en 1980 y terminando en 2010), se organizó el resultado de menor a mayor, por lo que el menor valor representa la condición de mayor déficit, que fue seleccionada para realizar la modelación ya que es el periodo con mayor restricción para el cultivo.

Tabla Innovaciones metodológicas -8. Fechas de siembra por cultivo. Fuente: Elaboración propia, 2018.

Cultivo	VEROrMag	ALTCunBoy	PIEll *
Fríjol (Ciclo 150 días)	Sem 1: 15/Marzo Sem 2: 15/Septiembre	Sem 1: 15/Marzo Sem 2: 15/Septiembre	20/Abril
Caña (Ciclo 2 años)	15/Marzo	15/Septiembre	15/Mayo
Plátano (Ciclo 2 años)	1/Marzo	1/Septiembre	1/Mayo

* Debido que el piedemonte llanero (PIEll) presenta una distribución monomodal de las lluvias, y entendiendo que la siembra se da en el comienzo de la temporada de lluvias, para el cultivo de fríjol sólo se incluye un periodo de modelación.

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

Tabla Innovaciones metodológicas -9. Periodos de modelación para el balance hídrico. Fuente: Elaboración propia, 2018.

Zona	Fríjol (Sem 1)	Fríjol (Sem 2)	Caña	Plátano
VERMag	15-mar-1980	15-sep-2000	15-mar-2002	1-mar-1991
ALTCunBoy	15-mar-2001	15-sep-2002	15-sep-1991	1-sep-1991
PIELI	20-abr-1995		15-may-1987	1-may-1990

- **Interpolación**

Para el procedimiento de la interpolación de superficies de temperatura, se utilizó el método de Kriging utilizando como covariable el modelo digital de elevación (DEM) con tamaño de pixel de 250 m x 250 m, por lo tanto, se obtienen salidas de superficies que describen la variabilidad espacial de la temperatura asociada al terreno. En la Figura Innovaciones metodológicas -41. Esquema general del procedimiento de interpolación de las variables de temperatura. Fuente: Elaboración propia, 2018. , se puede apreciar un esquema general del procedimiento para generar la superficie de la Tmax a partir de 45 estaciones distribuidas en el área de influencia del departamento.

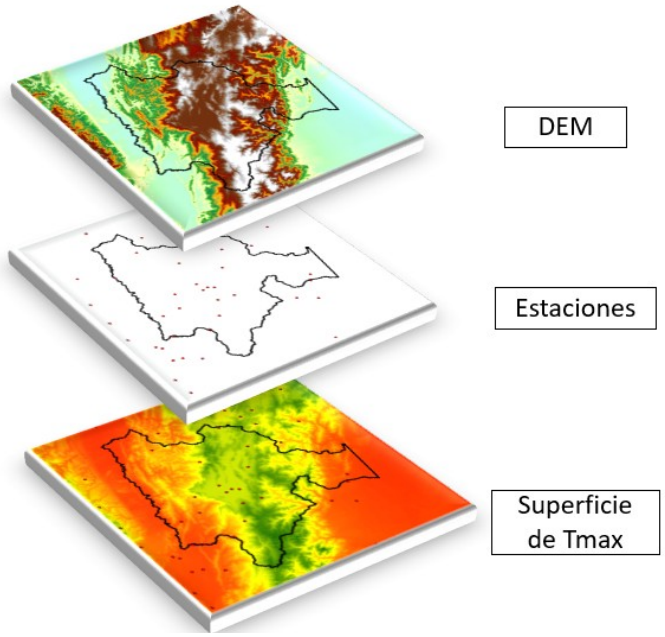


Figura Innovaciones metodológicas -41. Esquema general del procedimiento de interpolación de las variables de temperatura. Fuente: Elaboración propia, 2018.

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

De manera análoga, se generaron superficies de precipitación, aunque en el procedimiento no se usó como covariable el DEM debido a que los análisis geoestadísticos no mostraron una relación significativa con dicha variable. El método utilizado para la interpolación fue mediante la distancia inversa ponderada (IDW, por sus siglas en inglés *inverse distance weighting)*.

- **Cálculo de la evapotranspiración de referencia**

Debido a la falta de variables climáticas tales como VV, BS y HR, se utilizó el método de Hargreaves aplicando la Ecuación 2 mediante el procedimiento de álgebra de mapas y utilizando como datos de entrada las superficies anteriormente generadas. La Figura Innovaciones metodológicas -42 muestra un ejemplo de una salida de ETo para la fecha 1986-03-31.

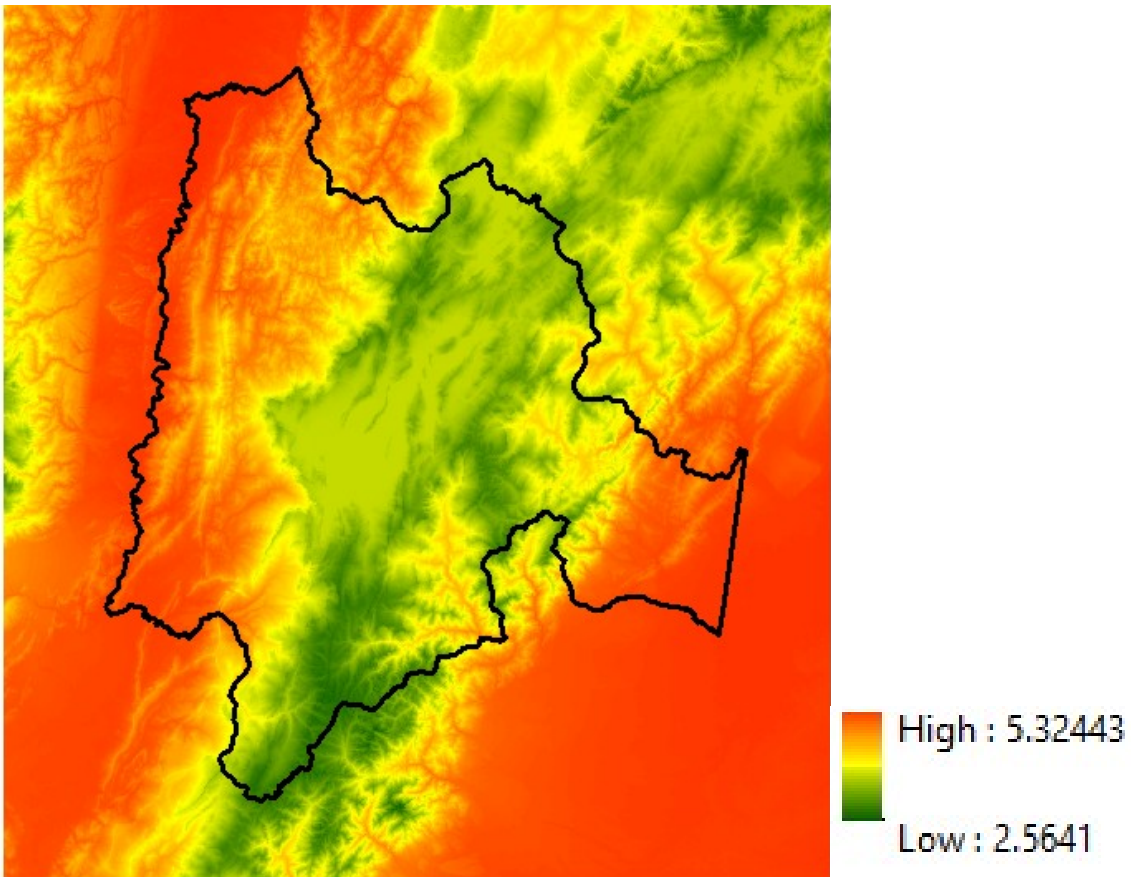


Figura Innovaciones metodológicas -42. Salida espacial de la ETo en el departamento de Cundinamarca para el día 1986-03-31. Fuente: Elaboración propia, 2018.

- **Variables del suelo y cultivo**

Otra variable considerada para el proceso del cálculo del balance hídrico corresponde a la capacidad de retención de humedad en el suelo (AWC_H) (numeral 1.2.2.), la cual fue calculada a partir de las propiedades físicas de capacidad de campo, punto de marchitez permanente y densidad aparente.

La Figura Innovaciones metodológicas -43 representa el mapa de capacidad de retención de humedad del suelo (AWC_H) obtenida en el procedimiento para la determinación de la lámina de agua aprovechable, descrito con anterioridad, se aprecia en colores rojos los valores más críticos entendiendo como los de menor capacidad de retención y los colores verdes con mayor capacidad.

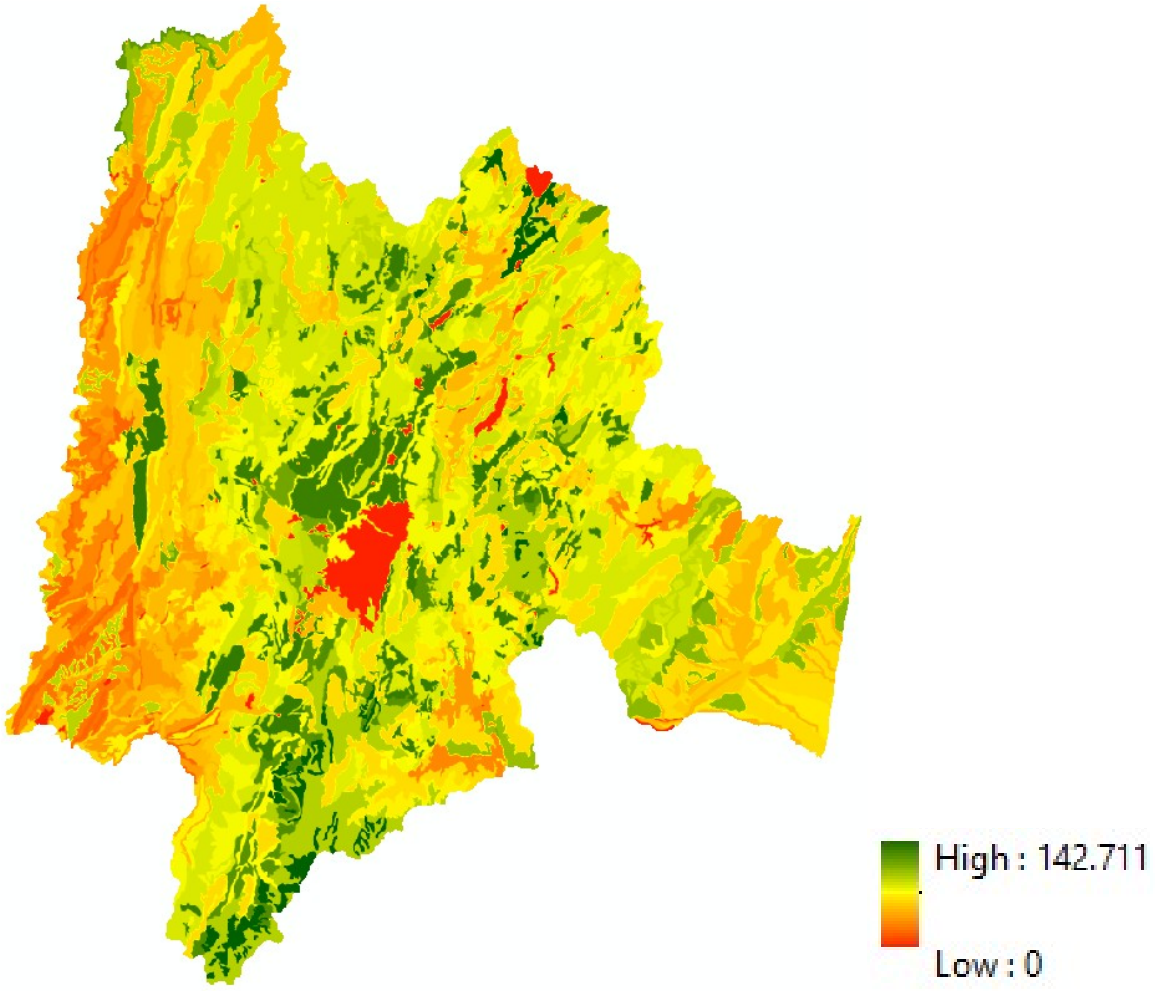


Figura Innovaciones metodológicas -43. Capacidad de Retención de humedad en el suelo (CRHR) (mm) para el departamento de Cundinamarca. Fuente: Elaboración propia, 2018.

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

En lo referente a los cultivos, se consideraron los valores de entrada establecidos en la Tabla Innovaciones metodológicas -10. Estos valores fueron discutidos al interior del equipo de investigación con el fin de determinarlos y unificar los criterios de su uso y manejo.

Tabla Innovaciones metodológicas -10. Valores de entrada para modelación de los cultivos. Fuente: Doorenbos, y Kassam, 1988; Allen et al. ,2006 y FAO, 2017.

Variable	Unidades	Frijol	Plátano	Caña
Kc inicial	-	0.4	0.5	0.55
Kc desarrollo	-	1.2	0.7	SD
Kc mitad temp.	-	1.1	1.1	1.05
Kc final	-	0.6	0.8	0.7
Altura de cultivo	m	2	3	SD
Factor de agotamiento (ρ)	-	0.4	0.35	0.6
Profundidad de raíces mínima (Zr min)	m	0.05	0.05	0.05
profundidad de raíces máxima (Zr max)	m	0.4	0.4	0.3
Tiempo a raíces mínima (J ini)	Días	15		15
Tiempo a raíces máxima (J fin)	Días	60		450
Duración de la etapa inicial	Días	15		90
Duración de la etapa de desarrollo	Días	45		180
Duración de la etapa media	Días	80		390
Duración de la etapa final	Días	10		60

Por otro lado, se han identificado variables fisiológicas por cultivo que comprenden los coeficientes del cultivo (Kc), la altura de planta, el factor de agotamiento de agua en el suelo, la profundidad de la raíz, y los tiempos de formación de la raíz, para fríjol Arias et al. 2007, Bascur y Fritsh (1975) y FAO (2017); para caña Gonzáles et al. (2010); y para plátano Castaño et al. (2011), además de las respectivas discusiones con investigadores de Agrosavia, especialistas en el manejo del cultivo.

- **Balance hídrico agrícola espacial**

El balance hídrico agrícola en el suelo permite cuantificar los aportes, las pérdidas y la retención del recurso hídrico en la zona de raíces del cultivo. La Figura Innovaciones

metodológicas -44 representa esquemáticamente la zona radical considerándola como el modelo de tanque en el cual puede fluctuar el contenido de humedad.

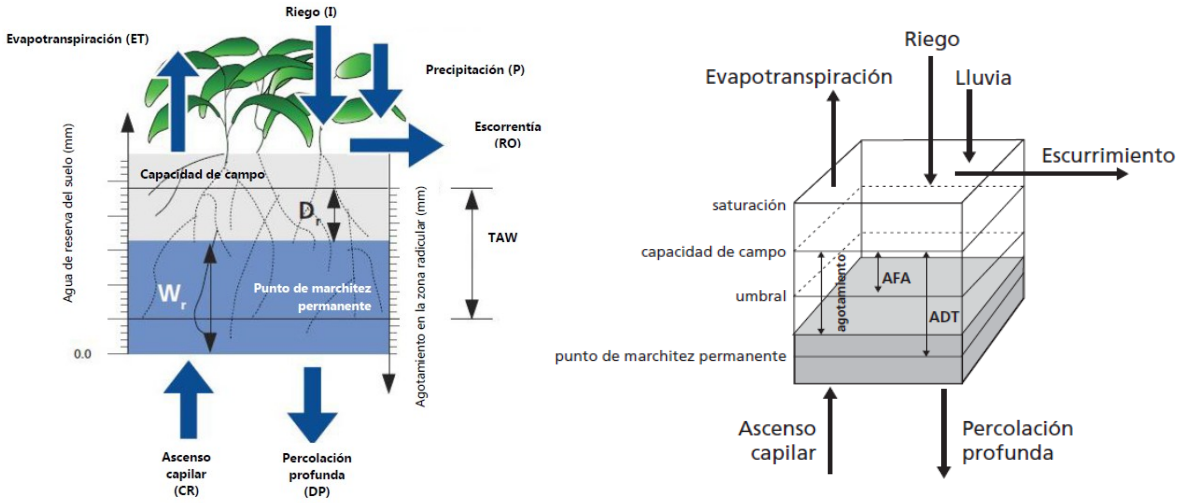


Figura Innovaciones metodológicas -44. Balance hídrico en zona de raíces. Fuente: Allen *et al*. 2006, Steduto *et al*. 2012.

Los aportes están representados por la precipitación, el riego y el ascenso capilar, mientras que las pérdidas están dadas por la evapotranspiración del cultivo, la percolación profunda y la escorrentía superficial. La humedad aprovechable para las plantas fluctuará entre capacidad de campo y punto de marchitez permanente, siendo la diferencia entre las dos, el rango del agua aprovechable en el suelo o la capacidad de retención de humedad del suelo (Leiva, 2012).

Dependiendo de los objetivos que se persigan en el balance hídrico, se puede determinar el contenido de humedad como una lámina equivalente (Wr) o cómo el nivel agotamiento en la zona de raíces (Dr), evaluado para reponer la lámina de riego. Asociar el contenido de agua como un nivel de agotamiento de la zona de raíces con el coeficiente de estrés hídrico (Ks) permite analizar condiciones en secano y en baja disponibilidad hídrica, lo que de acuerdo con FAO se enmarca en las condiciones no estándar (Allen *et al.,* 2006). De manera general, el balance hídrico agrícola mide la variación del contenido de agua en la zona de raíces del suelo (nivel de agotamiento) bajo diferentes escenarios climáticos, considerando la precipitación, el riego y la evapotranspiración y permite calcular el coeficiente de estrés hídrico (Tabla Innovaciones metodológicas -9).

Se realizó un balance hídrico agrícola espacial considerando un nivel de agotamiento de la zona radical de acuerdo con el cultivo que considere los elementos que aportan humedad tales como la precipitación, el riego, el ascenso capilar del agua subterránea y los procesos que agotan el agua en la zona de raíces: la evapotranspiración del cultivo, el escurrimiento

superficial, y la percolación profunda. En términos espaciales, cada variable representada en la Figura 8 se representa en cada celda de las superficies ráster y se calcula la ecuación del balance hídrico agrícola y ecuaciones posteriores, en cada elemento ráster, donde cada celda puede considerarse como una unidad independiente en función de sus características y las ecuaciones propuestas se ejecutan a través de un procedimiento de álgebra y traslape de mapas de acuerdo con la Figura 9.

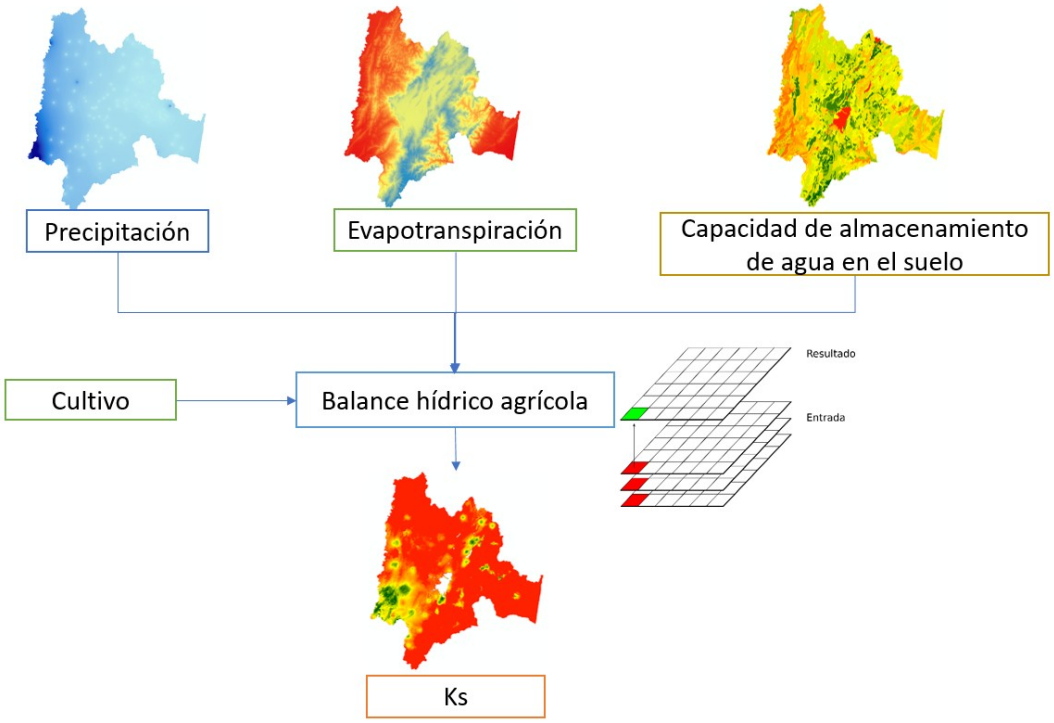


Figura Innovaciones metodológicas -45. Concepto del modelo espacial del balance hídrico. Fuente: Elaboración propia.

El balance hídrico diario aplicado se describe en la Dr,i = Dr,i-1 – (P – RO)i + ETci + DPi (Innovaciones metodológicas .11:

$$Dr_i = D_{r,i-1} - (P - RO)_i + ETc_i + DP_i \qquad \text{(Innovaciones metodológicas .11)}$$

Donde:

Dr_i : nivel de agotamiento en la zona de raíces del suelo al final del día i (mm)
$Dr_{,i-1}$: nivel de agotamiento en la zona de raíces al final del día anterior, i-1 (mm)
P_i: Precipitación en el día i (mm)
RO_i: escurrimiento superficial en el día i (mm)

ETc_i: Evapotranspiración del cultivo en el día i (mm)
DP_i: Pérdidas de agua de la zona de raíces por percolación profunda en el día i (mm)

Se asume que la totalidad del agua por encima de capacidad de campo se pierde el mismo día a través de percolación profunda (DP) (Ecuación 1.12), después de descontar la evapotranspiración que ocurra durante el día (Allen *et al.,* 2006). En el momento que el contenido de humedad en la zona de raíces se encuentre por debajo de capacidad de campo ($Dr_i > 0$), no existirá drenaje en el suelo y $DP_i = 0$. En cuanto al ascenso capilar, no se tuvo en cuenta la cuantificación de esta variable debido a la insuficiencia de datos para calcularla.

$$DPi = (Pi - ROi) + Ii - ETc,i - Dr,i\text{-}1 \geq 0$$ (Innovaciones metodológicas .12)

Así mismo se considera que cuando el suelo está a capacidad de campo, el valor del nivel de agotamiento (Dr) es igual a cero.

$$0 \leq D_{r,i} \leq ADT$$ *(Innovaciones metodológicas .13)*

La expresión (P_i – RO_i) se puede interpretar como la precipitación efectiva, siendo ésta definida como una fracción de la lluvia que es aprovechable para satisfacer las necesidades del cultivo. La determinación de la precipitación efectiva es compleja, puesto que depende de 1) la cantidad de precipitación, 2) la intensidad de la precipitación, 3) la velocidad de infiltración del suelo, 4) las condiciones de humedad del suelo en el momento de la lluvia y 5) la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo, por lo que se requieren bases de datos detalladas y el control del estado de cada variable en periodos de tiempo muy cortos (Comisión Nacional del Agua , Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 1997) por lo tanto, debido a la insufiencia de datos, para esta aproximación se asumió que toda la precipitación es efectiva, por lo tanto no se considera la escorrentía ROi =0.

En la estimación de la evapotranspiración del cultivo se determina con la ecuación 1.14.

$$ETc = ETo \times Kc$$ *(Innovaciones metodológicas .14)*

Donde:

ET_o: Evapotranspiración de referencia (formato de superficie raster, en mm/día)
Kc : Coeficiente del cultivo. (Fracción, adimensional)

- **Fracción del agua del suelo fácilmente aprovechable**

En la práctica no es recomendable dejar que el agua se agote hasta el PMP, ya que no todas las especies son tolerantes a estos niveles de humedad. Por tal motivo se ha aplicado el concepto de fracción del agua fácilmente aprovechable p, un factor de carácter fisiológico característico de cada especie, que indica cual es la fracción de la humedad aprovechable a partir de la cual el cultivo muestra síntomas fisiológicos asociados al estrés hídrico por déficit (cierre de estomas, reducción del dosel, clorosis, disminución de rendimiento, marchitez, senescencia temprana, etc.). En diferentes publicaciones se encuentran tablas que asocian el cultivo con p(Allen *et al.,* 2006) y fueron utilizadas como fuente de información para la metodología propuesta para la realización del balance hídrico en el presente estudio.

De acuerdo con lo anterior se puede inferir que, cada cultivo tiene la capacidad de aprovechar solamente una fracción de la humedad aprovechable total, esto es lo que se conoce como humedad o agua fácilmente aprovechable AFA (ecuación 1.15).

$$AFA = p\,ADT \quad (\textit{Innovaciones metodológicas .15})$$

- **Coeficiente de estrés hídrico (Ks)**

Allen *et al*., (2006) propone expresar el contenido de humedad en la zona de raíces en función del nivel de agotamiento de tal manera que se determine la cantidad de agua faltante con respecto al nivel de capacidad de campo. A medida que se extrae el agua por efecto de la evapotranspiración, el nivel de agotamiento de humedad aumenta. Cuando el nivel de agotamiento en la zona de raíces exceda a AFA el nivel de agotamiento del agua será lo suficientemente alto como para limitar la evapotranspiración a valores menores que su potencial, por lo que la evapotranspiración del cultivo comenzará a disminuir en proporción a la cantidad de agua remanente en la zona de raíces (Allen *et al.,* 2006). Bajo este concepto, el cálculo del Ks se obtiene por la ecuación 1.16:

$$K_s = \frac{ADT - D_r}{ADT - AFA} = \frac{ADT - D_r}{(1-p)\,ADT} \qquad (\textit{Innovaciones metodológicas .16})$$

Donde:

Ks: Factor de reducción de la transpiración que depende de la cantidad de agua disponible en el suelo (Adimensional, Fracción, 0 – 1).
Dr: Agotamiento de humedad en la zona de raíces (mm).
ADT: Agua disponible total en la zona de raíces del suelo (mm).
ρ: Fracción de la ADT que un cultivo puede extraer de la zona de raíces sin sufrir cierre estomático (-).

Con el fin de considerar el efecto del estrés hídrico en la disminución de la evapotranspiración del cultivo, la evapotranspiración del cultivo ET_c se ajusta a través de la ecuación 8. Cuando el nivel de agotamiento en la zona de raíces sea menor que AFA, Ks = 1.

$$ETc_{aj} = Ks \times ETo \times Kc \qquad \textit{(Innovaciones metodológicas .17)}$$

Donde:

ET_{Caj}: Evapotranspiración del cultivo ajustado
K_s: Coeficiente de estrés hídrico (Adimensional, Fracción)
ET_o: Evapotranspiración de referencia (mm)
K_c: Coeficiente del cultivo (Adimensional, Fracción)

- **Aplicación del coeficiente de estrés hídrico Ks: días consecutivos con estrés hídrico**

Debido a que el coeficiente Ks es un resultado obtenido del complejo proceso del análisis del balance hídrico, se determinó evaluar la restricción de agua por medio del análisis de las salidas de los mapas raster espaciales de Ks aplicando un algoritmo que calcula el número de veces dentro del ciclo del cultivo que superó un umbral de días consecutivos con estrés hídrico, es decir con Ks <1.

Los umbrales para cada cultivo fueron: 20 días para caña (Deantonio, 2018; Galvis, 2018), 14 días frijol (Sánchez, 2016; López, 2005) y 15 días plátano (Castaño et al., 2011; Allen et al., 2006), los cuales fueron determinados a partir de identificar el proceso fisiológico del cultivo en el cual la condición de estrés empieza a tener un impacto sobre la especie, que se ve reflejado en la productividad final.

El algoritmo produce otro mapa raster por cultivo, el cual representa pixel a pixel un valor del porcentaje de tiempo dentro del ciclo del cultivo donde hubo restricción en la disponibilidad de agua considerado como de días consecutivos con Ks <1, siendo esta situación un factor limitante para la producción de biomasa.

1.3. Manual de interpretación

La evaluación de una realidad compleja que se configura en los tipos de uso de la tierra (TUT) siguiendo la metodología propuesta por UPRA, permite obtener una calificación a escala 1:100.000 que brinda abundante información de las dimensiones biofísica, socioeconómica y socioecosistémica y de su articulación en función de las mejores condiciones para llevar una tipología de cultivo definida en cada TUT.

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

El objetivo de cualquier evaluación es el de guiar un proceso. En este caso, la evaluación de los TUT propuestos busca mejorar los insumos de la discusión pública, de forma que se enriquezca el proceso que permita llevar a cabo la planeación y ordenación social y productiva del departamento.

La actividad agrícola es en esencia un sistema sociotécnico que se configura en el territorio. La comprensión del ensamblaje de cada uno de sus elementos entre sí y de estos con el ser humano y su objetivo de producción no es una tarea trivial que pueda ser reducida a una calificación dicotómica: apto o no apto para la actividad. La visión que se tiene de esta evaluación es la de una aproximación más comprensiva de la realidad, de forma que se obtengan calificaciones de contextos bióticos, abióticos y sociales que permitan enriquecer la deliberación pública sobre la conveniencia, pertinencia y capacidad de hacer un determinado tipo de uso de la tierra.

Por tanto, se hace necesario desarrollar un dispositivo que facilite la consulta, contextualización e interpretación de la información cartográfica que el estudio genera. El conjunto de mapas analizados de forma sistemática, siguiendo la ruta metodológica que orienta el estudio, le permite al lector una mejor comprensión de la complejidad que se está evaluando.

Una vez obtenidos los mapas se estructuró un documento virtual de fácil consulta en el que se presenta la información en relación con la estructura: componente – criterio -variable, de forma que el lector vaya configurando una comprensión de la razón por la que se califica de una forma u otra, diferentes porciones del territorio.

Este documento se ha denominado Manual de interpretación y está disponible desde un enlace en el sitio web de la secretaria de agricultura del departamento. El dispositivo integra información cartográfica, escrita, imágenes y vídeos que ayudan a la interpretación de cada uno de los mapas. Está diseñado pensando en que puede enriquecerse con más evaluaciones de otros TUT y con nuevos recursos multimedia.

El objetivo es que los técnicos del sector, los funcionarios municipales y regionales tengan una herramienta de consulta que les permita mejorar los procesos encaminados a la ordenación productiva, por medio de información sistematizada de fácil acceso que muestre la amplitud de variables que caracterizan el medio natural y social. Detectar las ventajas comparativas de una región se constituye hoy en día en una estrategia de resiliencia necesaria en el contexto de cambio climático que está viviendo la sociedad planetaria.

Se anexa a este documento el manual de usuario y de administrador (**Ver anexo D.)**

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

ISO 9001 icontec SC-CER228920
MINAGRICULTURA
GOBIERNO DE COLOMBIA

2. Fríjol voluble

Según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural MADR (2017), el fríjol voluble está presente en las provincias de Oriente, Sumapaz, Guavio, Magdalena centro, Almeidas, Sabana centro, Rionegro, Guavio y Sabana Centro. De acuerdo con dicha información y comparando con las descripciones del estudio precedente para el ejercicio de Ordenación Social y Productiva iniciado por el departamento de Cundinamarca y la Corporación Colombia Internacional (CCI, 2016), referentes a la localización del cultivo en Cundinamarca, se realizó un cruce de la información de variables como área sembrada y producción para la determinación de transectos y núcleos productivos que describieran de forma real el *Tipo de Uso de la Tierra (TUT)* por evaluar (Anexo A).

2.1. Definición del Tipo de Uso de la Tierra para fríjol voluble

- **TUT evaluado:** «Cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris*) en Cundinamarca: producción tradicional de ladera para mercado alimentario»

- **Sistema de cultivo:** el fríjol es un cultivo de gran tradición en el departamento de Cundinamarca, en particular en municipios cercanos al páramo de Sumapaz, como es Cabrera, Gutiérrez y sus alrededores, donde principalmente se cultivan las variedades de fríjol bola roja, cargamanto y en menor proporción el bolo blanco. Generalmente se siembra en monocultivo y asocio con especies comestibles como arveja, maíz y habichuela. El 25% de los cultivos de fríjol están establecidos en sistemas de policultivo, siendo la asociación más frecuente fríjol-maíz. Las parcelas dedicadas al fríjol suelen rotar con cultivos de: arveja, maíz, papa, pastos y hortalizas (CCI 2016).

- **Orientación al mercado y rendimiento:** la comercialización de fríjol se da mediante arreglos informales que concentran la producción de fríjol en el mercado de Bogotá (Corabastos). Es un de cultivo de tradición en algunos municipios del departamento y generalmente se rota y/o se asocia con otros cultivos como arveja, maíz y habichuela. Se comercializa en grano seco y en verde (vaina), mediante redes o cadenas regionales, toda vez que la producción se concentra en zonas relativamente cercanas a Bogotá. Salvo una empacadora en el municipio de Gutiérrez, no se identifican procesos de agregación de valor o transformación en manos de los productores.

- **Canales de comercialización:** de acuerdo con la información recolectada con productores, asistentes técnicos y comercializadores, se identificó un canal de comercialización de fríjol voluble el cual se compone de cinco eslabones que se identificaron en el departamento de Cundinamarca: ***proveedores de insumos y servicios, productores primarios, comercializadores, empacadores y consumidores finales.***

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

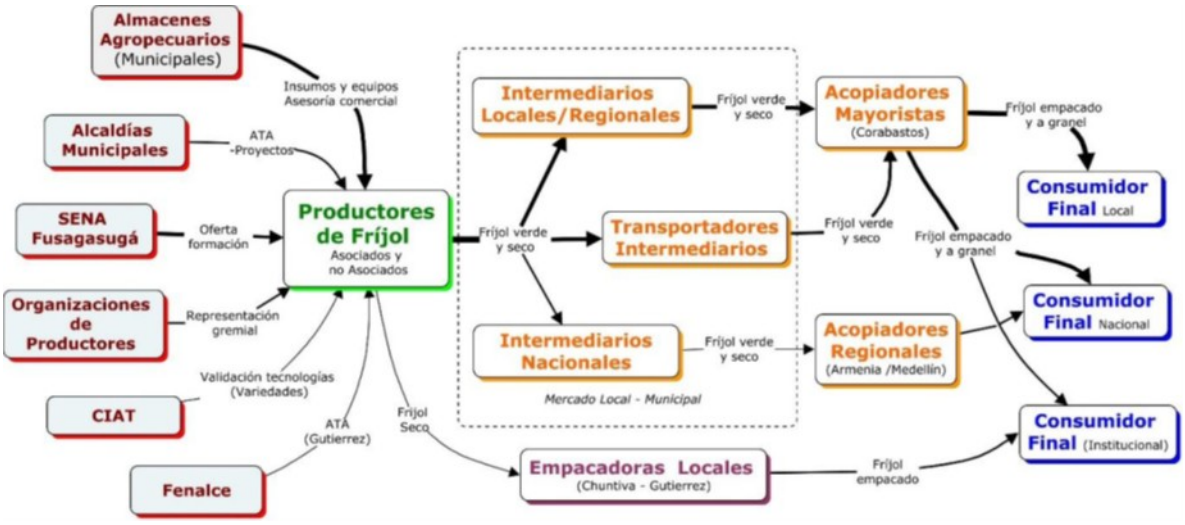


Figura Fríjol voluble-46. Canal de comercialización del fríjol voluble (Phaseolus vulgaris). Fuente: Elaboración propia, 2018.

- En el primer eslabón, ***proveedores de insumos y servicios***, se identifican actores privados y públicos que suministran algún tipo de servicio o bien a productores de fríjol. En primer lugar y quizás con mayor visibilidad, están los almacenes agropecuarios, quienes además de vender insumos y equipos para uso agrícola, cuentan con técnicos o profesionales para la asesoría comercial de los productores ante algún problema en el cultivo; en este grupo también se hace referencia a los representantes de casas comerciales. En segundo orden de importancia, se menciona el Sena sede Fusagasugá, el cual es identificado en todos los municipios como un oferente permanente de cursos de corta y larga duración para productores agropecuarios en general (no específicamente de fríjol) y comunidad rural. Las alcaldías mediante sus secretarías de desarrollo económico o Umata, desarrollan o canalizan diferentes proyectos con productores de fríjol, como son el de entrega de semilla y apoyo a procesos organizacionales, sin embargo, los productores de los núcleos productivos visitados manifiestan que en sus respectivos municipios las UMATA no cuentan con la capacidad instalada suficiente para bridan un servicio de asistencia técnica de calidad en relación con este cultivo.
  En este eslabón, también se cuentan a las organizaciones de productores agropecuarios, principalmente a las de Gutiérrez (Asochuntiva y Afrijosagut), Cabrera (Afrijosum), y Pasca (Asobosques-Comercial) quienes hacen representación gremial a nivel regional y nacional, mas no promueven o hacen parte de procesos de comercialización; en el caso de Gutiérrez, se encuentran incursionando en procesos de empaque y búsqueda de mercados institucionales. Finalmente, también en este municipio, se hace mención del acompañamiento que hace la Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas

(Fenalce), mediante un técnico ubicado en el municipio, asimismo el Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT, quien ha acompañado la validación de nuevas variedades de fríjol para la zona. A pesar de su identificación, se manifiesta por parte de las asociaciones, que su vínculo con estos últimos dos actores es muy débil.

- El eslabón de ***producción*** lo conforman los productores, en su mayoría organizados en asociaciones locales de orden municipal. Son pequeños propietarios de los predios, con mano de obra familiar y con un capital relativamente disponible para la inversión en cultivos. Estos cuenta con gran tradición productiva de fríjol y otras especies agrícolas de ciclo corto, por tanto, la tecnología utilizada se fundamenta en los conocimientos tácitos y acumulados en el tiempo. Las innovaciones que se han hecho en el sistema de cultivo como tal, responden a ajustes menores realizados por los mismos productores, como es la práctica de la cosecha, desgrane y acopio. Como se ha mencionado, la mayor parte de los productores, comercializan la producción de manera independiente, aunque a través de los mismos canales de intermediación y de transporte. Este grupo también está integrado por personas (principalmente integrantes de la familia) quienes hacen la selección y clasificación del fríjol seco, en un lugar del predio o de la casa familiar adecuado para tal fin y que hace las veces de acopio primario.

- La ***comercialización*** se hace en diferentes grados de intermediación, que pueden variar desde quienes compran y recogen la producción en el propio lote de cultivo, hasta quienes compran a mayoristas en las principales plazas de mercados y llevan a los consumidores finales en los propios municipios productores. Los intermediarios primarios, usualmente son actores regionales, que compran el fríjol en los mercados locales, ya sea verde, seco o incluso en rama (para cosechar) dependiendo del tiempo, el precio y la cantidad; estos a su vez, transportan el fríjol comprado al mercado de Bogotá en Corabastos (mayoristas), este tipo de comercializadores predominan en los municipios más productores, como son Cabrera y Gutiérrez. Finalmente, el tercer grupo de intermediarios corresponde a compradores de otras zonas del país, principalmente de Tolima y Quindío (Armenia) quienes arriban a los mercados de Cabrera y los municipios aledaños, y compran el fríjol para ser llevado a Armenia principalmente, desde donde despachan para el Valle del Cauca, eje cafetero e incluso hasta Antioquia.

  Finalmente, los acopiadores mayoristas, en este caso Corabastos, donde llega la mayor parte de la producción de fríjol de Cundinamarca, es el principal proveedor de los mercados nacionales, incluso de regiones como eje cafetero y Antioquia. Según palabras de organizaciones de productores, “el fríjol que produce Cundinamarca, no se lo come Cundinamarca ni Bogotá, se despacha para la zona cafetera y Antioquia”. Lo anterior explica, en gran medida el por qué se produce principalmente fríjol bola roja (en seco) y cargamanto (en verde), de mayor

consumo en el centro del país que en Bogotá. Los mayoristas, generalmente venden el fríjol verde o seco empacado o granel a distribuidores nacionales y locales quienes a su vez llegan al consumidor

- No se evidencia un eslabón transformador como tal de la producción primaria. En el municipio de Gutiérrez se identifican dos ***empacadoras*** en manos de organizaciones de productores, quienes se encuentran gestionado contratos o acuerdos para el mercado de fríjol seco en bolsas de libra (500 gr). Cabe resaltar que ya se cuenta con las marcas y permisos respectivos, con lo cual también aspiran, mediante agentes exportadores, acceder a mercados internacionales, incluso con denominación de origen para el caso de Gutiérrez.

- Finalmente, en el eslabón de ***consumidores*** se distingues tres grandes tipos, los consumidores locales, ubicados en los municipios productores quienes se abastecen del producto proveniente de Corabastos y de otras zonas del país, con lo cual se corroboraría la afirmación de que lo que se produce es para otras regiones. Los consumidores regiones, hace referencia a quienes se ubican fuera de Cundinamarca, eje cafetero y Antioquia principalmente, según información recabada. Finalmente, el mercado institucional, hace referencia principalmente a entidades estatales, como son ICBF, Ejercito Nacional y el Distrito de Bogotá, con quienes organizaciones de productores han buscado establecer arreglos de compra de la producción, no obstante, se manifiesta que Corabastos, siempre es quien ofrece los precios más bajos y cuenta con mayores volúmenes.

2.2. Ficha metodológica del Tipo de Uso de la Tierra para frijol voluble

JUSTIFICACIÓN

La construcción de la evaluación de tierras para el Tipo de Uso de la Tierra (TUT) asociado al cultivo de fríjol voluble se realizó teniendo en cuenta los tres componentes: físico, socioeconómico y socioecosistémico. Los criterios y el método para la compilación de estos tres componentes se definió por medio de un taller de trabajo técnico en el que participaron profesionales de UPRA, de la Gobernación de Cundinamarca y el equipo de AGROSAVIA responsable de este estudio.

El componente con mayor peso es el físico (71%) debido a que la oferta edáfica y climática es el que más condiciona el establecimiento del cultivo. El segundo componente que más calificación tiene es el socioeconómico (19%) debido a que en el TUT evaluado hay un

mercado consolidado que garantiza una relativa estabilidad permitiendo una tradición productiva nada especial.
Por último, el componente socioecosistémico tiene un peso del 10% en la consolidación del TUT. Dentro de este componente, el criterio de integridad ecológica es el más relevante y se debe priorizar, debido a que en el departamento de Cundinamarca las áreas transformadas son extensas. Este componente excluye para el cultivo áreas naturales que tienen restricción legal.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Utilizando la evaluación multicriterio, proceso analítico jerárquico (AHP) (Saaty,1994), por medio de la cual se evalúa la importancia relativa de cada uno de los componentes entre sí, para poder priorizarlos y asignarles un peso.

Se procedió a consultar a los especialistas en el manejo del cultivo para diligenciar la matriz de comparación de componentes teniendo como base la escala de preferencia. Una vez hecha esta valoración se llevó esta información al taller de trabajo técnico en la que se procedió a realizar una nueva calificación con los asistentes encontrando una alta coincidencia. A continuación se muestra la escala de la valoración (numérica y verbal) así como el resultado:

Escala Numérica	Escala verbal
1	Ambos criterios o elementos son de igual importancia
3	Débil o moderada importancia de uno sobre el otro
5	Importancia esencial o fuerte de un criterio sobre el otro
7	Importancia demostrada de un criterio sobre otro
9	Importancia absoluta de un criterio sobre el otro
2,4,6,8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores

	Componente físico	Componente socioeconómico	Componente socioecosistémico
Componente físico	1		
Componente socioeconómico	1/7	1	
Componente socioecosistémico	1/5	1/3	1

Luego por medio de la herramienta Priest® se procedió a ingresar estos datos y aplicando el método de priorización NCS (Normalise Column Sum) se obtuvieron los siguientes pesos para cada componente:

Pesos por componente	%
Componente biofísico	71
Componente Socioeconómico	19
Componente Socioecosistémico	10

A la aptitud A1 de cada uno de los componentes se le dio un valor de 3, A2 un valor de 2 y A3 un valor de 1 luego se multiplica por el respectivo peso y el resultado se reclasifica por intervalos iguales, para obtener finalmente el mapa del TUT con las 3 categorías analizadas, las áreas calificadas como N1 en cualquiera de los componentes, se mantuvieron con esta calificación.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN

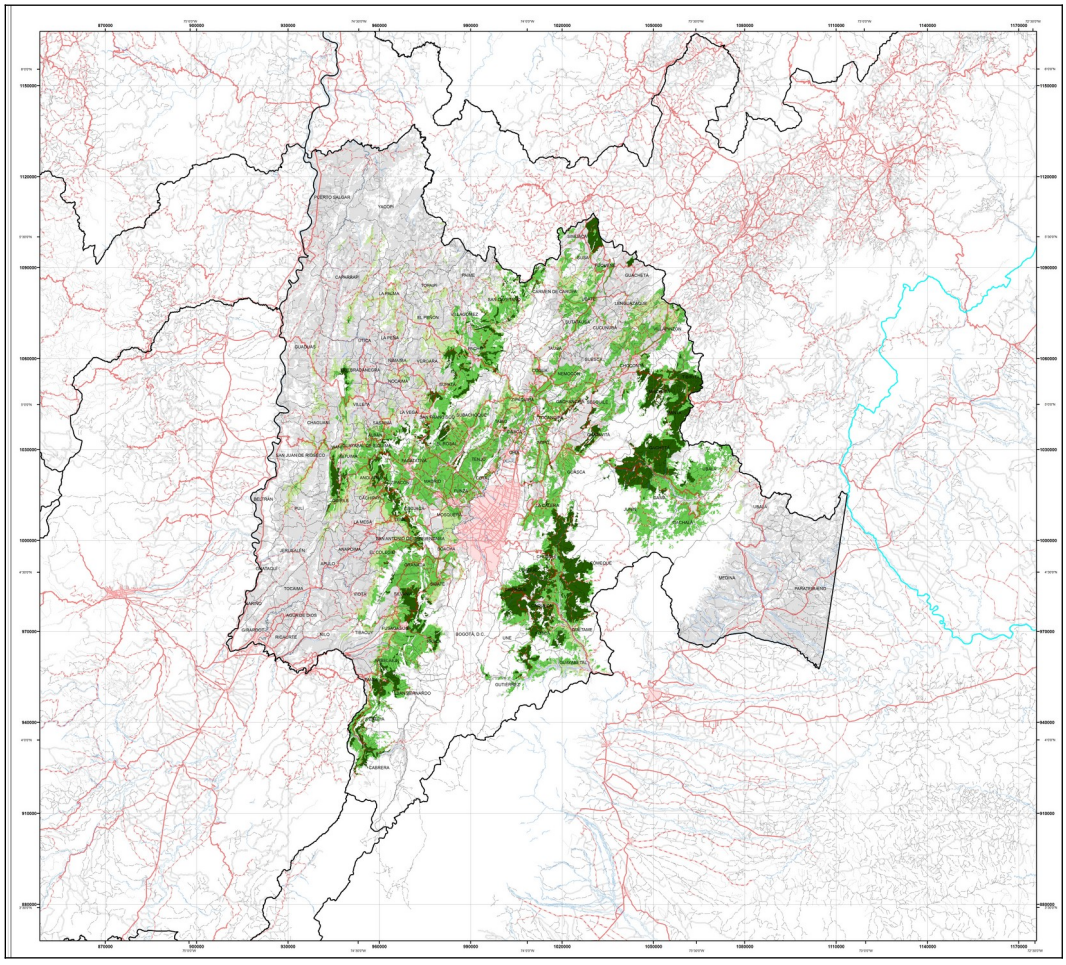
El TUT relaciona los componentes físicos, socioeconómico y socioecosistémico de acuerdo a las categorías: A1, que considera las mejores condiciones para el cultivo; A2, con restricciones moderadas; A3, con restricciones fuertes, cuya aptitud es marginal, y N1, no apto.
Se obtiene las áreas con las diferentes aptitudes a las que se les sustrae las áreas que no están dentro de la frontera agrícola definidas por UPRA (2018).

REPRESENTACIÓN CARTÓGRAFICA

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

SEMESTRE 1



LEYENDA

Componente Biofísico semestre 1			
Símbolo	Aptitud	Área (ha)	%
	ALTA	140.052,3	9,4
	MEDIA	357.479,7	24,0
	BAJA	130.273,9	8,7
	NO APTA	863.710,8	57,9

Fuente de datos

Cartografía base IGAC escala 1:100.000 año 2017; y cartografía temática IGAC Estudio General de Suelos del departamento de Cundinamarca escala 1:100.00 año 2000.

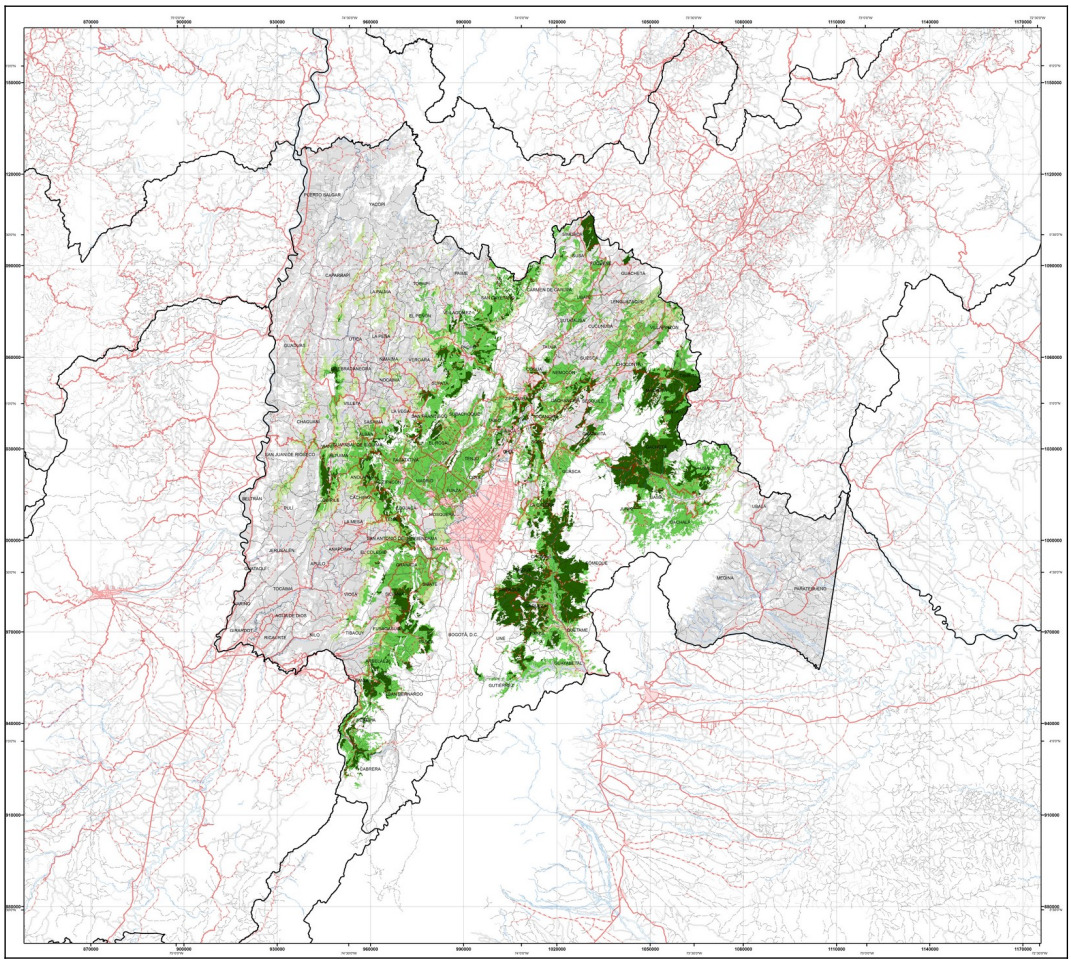
Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

ISO 9001 icontec SC-CER228920
MINAGRICULTURA
GOBIERNO DE COLOMBIA

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

SEMESTRE 2



LEYENDA

Componente Biofísico semestre 2			
Símbolo	Aptitud	Área (ha)	%
	ALTA	170.079,9	11,4
	MEDIA	359.522,3	24,1
	BAJA	129.669,8	8,7
	NO APTA	832.244,4	55,8

Fuente de datos

Cartografía base IGAC escala 1:100.000 año 2017; y cartografía temática IGAC Estudio General de Suelos del departamento de Cundinamarca escala 1:100.00 año 2000.

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

ISO 9001 icontec SC-CER228920

MINAGRICULTURA GOBIERNO DE COLOMBIA

FUENTES DE INFORMACIÓN

Saaty, T. (1994). How to make a decision: the analytic hierarchy process. University of Pittsburgh.

2.3. Fichas metodológicas por componente del Tipo de Uso de la Tierra para frijol voluble

2.3.1. Componente físico

FICHA METODOLÓGICA DEL COMPONENTE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de fríjol (Phaseolus vulgaris) en Cundinamarca: producción tradicional de ladera para mercado alimentario.
CRITERIOS: CONDICIONES CLIMÁTICAS, CAPACIDAD DE LABOREO, CONDICIÓN DE ENRAIZAMIENTO, ESTRÉS HÍDRICO POR DÉFICIT, EXCESO HÍDRICO EN EL SUELO, DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES, TOXICIDAD POR ALUMINIO O SODIO, SUSCEPTIBILIDAD A PÉRDIDA DE SUELOS, RIESGO FITOSANITARIO	

IMPORTANCIA

Las características físicas de la zona condicionan el establecimiento del cultivo de fríjol voluble, el cual requiere de una altitud y temperatura especifica puesto que no todos los pisos térmicos son favorables para el establecimiento del cultivo. Las características de suelos tales como profundidad y fertilidad influyen en el crecimiento de la planta; la presencia de plagas y enfermedades limitan la producción y la forma del terreno puede favorecer o dificultar las labores de siembra y cosecha para el productor.

JUSTIFICACIÓN

La condición climática fue el criterio de mayor importancia para el cultivo de fríjol voluble con un porcentaje del 32% lo cual se debe a que dentro de este criterio se encuentran variables como la altitud que restringen zonas donde no se puede sembrar el cultivo ya que las condiciones adecuadas para el crecimiento y desarrollo del cultivo están dentro de un rango de altitud, determinado, además de esto, tiene unos requerimientos de temperatura y precipitación que pueden generar un estrés en el cultivo; debido a esto y a la relación con el criterio de estrés hídrico, se le asignó un porcentaje de importancia del 15% lo cual limita a que en algunas zonas de Cundinamarca el cultivo solo se siembre en un semestre del año donde la oferta hídrica sea mayor y pueda suplir las necesidades del cultivo. El criterio de riesgo fitosanitario

presenta una importancia del 13% para el cultivo en donde hay un gasto económico significativo de los agricultores en pesticidas, venenos, etc, para controlar las plagas y enfermedades que atacan al grano de frijol, ocasionando su daño y por ende perdidas en la producción. Criterios como condiciones de enraizamiento con un 11% de importancia, condicionan el establecimiento del cultivo debido a la presencia de raíces superficiales, posteriormente se encuentra el exceso hídrico con un 9%, la susceptibilidad a perdida de suelos con un 7%, toxicidad con un 5%, disponibilidad de nutrientes con un 3% y finalmente la capacidad de laboreo con un 2%; estos últimos criterios relacionados en mayor medida con las condiciones edafológicas de la zona son los de menor relevancia para el cultivo, en el caso de capacidad de laboreo muchas de las zonas en donde se cultiva frijol tienen pendientes de más del 25% en donde no se pueden realizar estas prácticas pero que no han sido impedimento para obtener una alta producción, además de esto la toxicidad y la disponibilidad nutricional de los suelos es desconocida en muchos sitios puesto que no se realizan análisis de suelos para conocer tanto las necesidades como los manejos adecuados en cuanto a fertilización se habla y por último en lo que refiere a la susceptibilidad a perdida de suelo, son muy escasos los sitios en donde se realizan prácticas de conservación de suelos, donde se hace siembras teniendo en cuenta las curvas de nivel ya que en sitios de alta pendiente, con periodos de lluvias fuertes son más propensos a la perdida de la capa superficial de los suelos y con ella se pierde los nutrientes disponibles para el cultivo de donde este toma los elementos esenciales para el llenado del fruto y favorecer condiciones óptimas para una alta productividad y menor propensión a enfermedades.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Utilizando la evaluación multicriterio, proceso analítico jerárquico (AHP) desarrollado por Thomas L. Saaty, por medio de la cual se evalúa la importancia relativa de cada uno de los criterios entre sí, para poder priorizarlos y asignarles un peso, se procedió a reunir expertos en el cultivo de plátano para el diligenciamiento de la matriz de comparación de criterios teniendo como base la escala de preferencia (Saaty,1994).

Escala Numérica	Escala verbal
1	Ambos criterios o elementos son de igual importancia
3	Débil o moderada importancia de uno sobre el otro
5	Importancia esencial o fuerte de un criterio sobre el otro
7	Importancia demostrada de un criterio sobre otro
9	Importancia absoluta de un criterio sobre el otro
2,4,6,8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

Como resultado de esta consulta con expertos se muestra a continuación la matriz de calificación.

	Condiciones Climáticas	Capacidad de Laboreo	Condiciones de enraizamiento	Estrés Hídrico	Exceso Hídrico	Disponibilidad de Nutrientes	Toxicidad	Susceptibilidad a perdida de suelos	Riesgo Fitosanitario
Condiciones Climáticas	1								
Capacidad de Laboreo	1/7	1							
Condiciones de enraizamiento	1/5	3	1						
Estrés Hídrico	1/5	3	1	1					
Exceso Hídrico	1/5	3	1/3	1/3	1				
Disponibilidad de Nutrientes	1/5	3	1/3	1/5	1/3	1			
Toxicidad	1/5	3	1/3	1/5	1/5	3	1		
Susceptibilidad a perdida de suelos	1/5	3	1/3	1/3	1	3	1/3	1	
Riesgo Fitosanitario	1/3	5	3	1/3	3	3	1	3	1

Por medio de la herramienta priest se procedió a ingresar estos datos y aplicando el método de priorización NCS (Normalise Column Sum), y se obtuvieron los siguientes pesos para cada criterio.

A la aptitud A1 de cada uno de los criterios se le dio un valor de 3, A2 un valor de 2 y A3 un valor de 1 luego se multiplica por el respectivo peso y el resultado se reclasifica por desviación estándar, para obtener finalmente el mapa del componente biofísico con las 3 categorías analizadas, las áreas calificadas como N1 en cualquiera de los criterios, se mantuvieron con esta calificación.

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

Criterio	%
Condiciones Climáticas	32,3
Estrés Hídrico	14,7
Riesgo Fitosanitario	13,5
Condiciones de enraizamiento	11,3
Exceso Hídrico	8,8
Susceptibilidad a perdida de suelos	7,1
Toxicidad	5,7
Disponibilidad de Nutrientes	3,9
Capacidad de Laboreo	2,7

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN

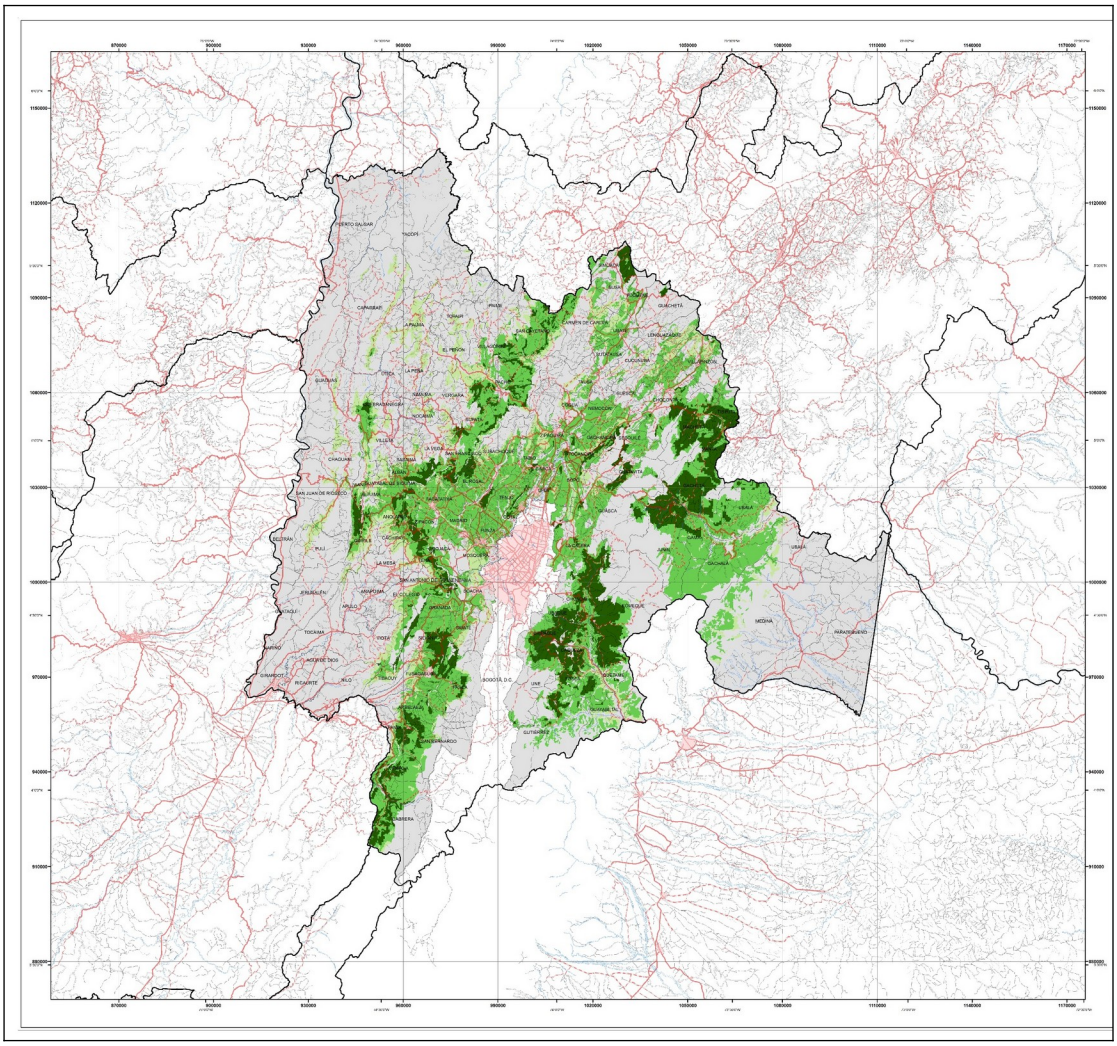
Este componente relaciona los criterios de condiciones climáticas, capacidad de laboreo, condición de enraizamiento, estrés hídrico por déficit, exceso hídrico en el suelo, disponibilidad de nutrientes, toxicidad por aluminio o sodio, susceptibilidad a perdida de suelos y riesgos fitosanitarios de acuerdo a las categorías: A1, que considera las mejores condiciones para el cultivo; A2, con restricciones moderadas; A3, con restricciones fuertes, cuya aptitud es marginal, y N1, no apto.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

SEMESTRE 1



LEYENDA

Símbolo	Aptitud	Área (ha)	%
	ALTA	179.047,4	8,0
	MEDIA	526.460,0	23,6
	BAJA	162.737,4	7,3
	NO APTA	1.363.472,0	61,1

Fuente de datos

Cartografía base IGAC escala 1:100.000 año 2017; y cartografía temática IGAC Estudio General de Suelos del departamento de Cundinamarca escala 1:100.00 año 2000.

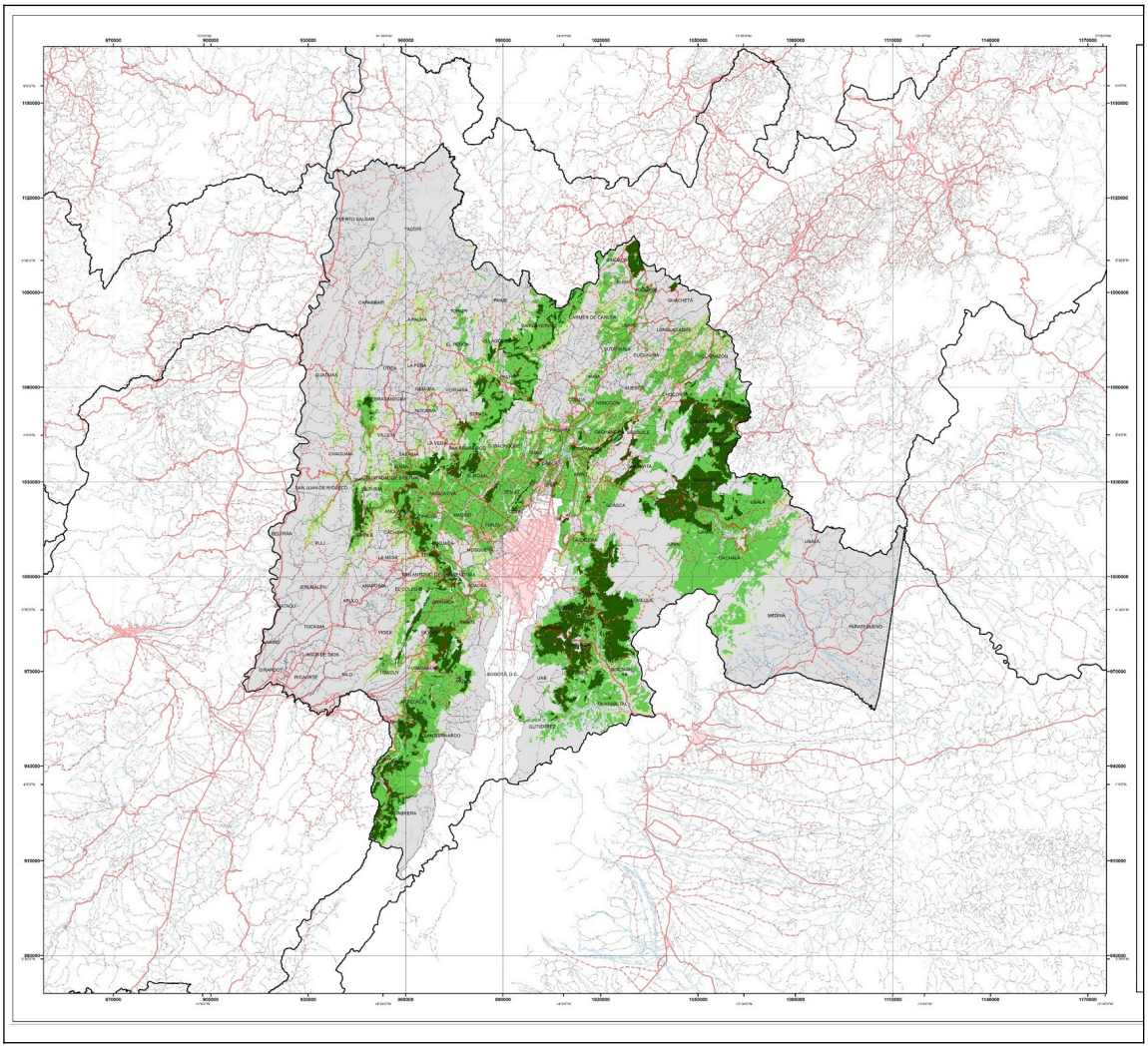
Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

ISO 9001 icontec SC-CER228920
MINAGRICULTURA
GOBIERNO DE COLOMBIA

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

SEMESTRE 2



LEYENDA

Símbolo	Aptitud	Área (ha)	%
	ALTA	179.989,6	8,1
	MEDIA	525.142,3	23,5
	BAJA	163.318,2	7,3
	NO APTA	1.363.266,9	61,1

Fuente de datos

Cartografía base IGAC escala 1:100.000 año 2017; y cartografía temática IGAC Estudio General de Suelos del departamento de Cundinamarca escala 1:100.00 año 2000.

Sede Central

Km. 14, vía Bogotá - Mosquera

Tel: (+57 1) 422 7300

Línea nacional: 01 8000 121515

www.agrosavia.co

ISO 9001 icontec SC-CER228920

MINAGRICULTURA GOBIERNO DE COLOMBIA

FUENTES DE INFORMACIÓN

Saaty, T. (1994). How to make a decision: the analytic hierarchy process. University of Pittsburgh.

2.3.2. Componente socioeconómico

FICHA METODOLÓGICA DEL COMPONENTE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de fríjol (Phaseolus vulgaris) en Cundinamarca: producción tradicional de ladera para mercado alimentario.
CRITERIOS: INDICADORES ECONÓMICOS, PRECIO DE LA TIERRA RURAL, TAMAÑO DE LA TIERRA RURAL, INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA, MERCADO LABORAL, SEGURIDAD CIUDADANA, INSTITUCIONALIDAD, CONDICIONES DE VIDA, TRADICIÓN PRODUCTIVA.	

IMPORTANCIA

Evaluar la dimensión social y económica de una actividad económica y en particular de un sistema productivo agropecuario, permite identificar elementos que pueden optimizar su desempeño y sostenibilidad en el tiempo, mediante procesos de toma de decisiones e internalización o externalización de factores que contribuyan al incremento de la productividad y competitividad del sistema, que se traduzcan a su vez en mayores ingresos y utilidades para los productores y sus familias.

Las características sociales de una unidad productiva, familia, grupo o comunidad, en este caso rural, constituyen el capital que posibilita y potencializa el proceso de apropiación del medio natural, en este caso mediante una actividad productiva agropecuaria. Por su parte la dimensión económica, permite valorar en términos monetarios los flujos del proceso de apropiación e intercambio de la producción derivada de un sistema agropecuario. El análisis integrado de estas dos dimensiones, dan cuenta de la generación y distribución de los beneficios e impactos provenientes de las actividades productivas agropecuarias.

JUSTIFICACIÓN

En el componente socioeconómico para el cultivo de fríjol, se consideró como los criterios de mayor importancia el de mercado laboral e infraestructura y logística con porcentajes de 28,3% y 25,4%, respectivamente. En el caso del mercado laboral, el alto porcentaje evidencia que la mano de obra es un recurso indispensable para ejercer las actividades relacionadas con el establecimiento, mantenimiento, cosecha y poscosecha del cultivo, garantizando de esta forma la sostenibilidad del sistema productivo.

La importancia del criterio de infraestructura y logística en el cultivo de fríjol está relacionada con la logística para la comercialización de fríjol seco, en los principales municipios productores Gutiérrez y Cabrera, en la medida en que se comercializa mediante diferentes grados de intermediación, que concentran la producción en Corabastos – Bogotá, desde donde es distribuida a municipios del departamento y a otras zonas del país. Se identifican procesos de agregación de valor que deben ser apoyados y fortalecidos para propiciar mayores beneficios económicos a los productores, ya que carecen de contactos con proveedores del segmento institucional, grandes superficies y consumidor final, además del alto costo de transporte en el que incurre el productor, debido a la amplia distancia entre los municipios y Bogotá. En cuanto a la infraestructura algunos predios cuentan con espacios en la finca destinados para el almacenamiento, limpieza y empaque del producto, por lo que es indispensable establecer un centro de acopio que favorezca la agregación de valor.

Tradición productiva y seguridad ciudadana se ponderó con los porcentajes de 15,06% y 10,36%, respectivamente. El primero se destaca por ser un criterio de innovación a la metodología propuesta por UPRA y para efectos de la espacialización se analizó en términos de área sembrada y la existencia de cultivos en los últimos 10 años. La tecnología utilizada se fundamenta en conocimiento acumulado por las familias productoras, y se “complementa” con la asesoría de comercial de almacenes agropecuarios presentes en los municipios (Agrosavia, 2018). La tradición productiva también está relacionada con las técnicas tradicionales de obtención del fríjol seco, que consisten en dejar secar las vainas en la planta, luego se corta y se disponen a un sitio en la finca donde se golpea “apalea o aporrea” el material vegetal con varas de madera, de esta forma se desgranan las vainas y se empacan en lonas. Aquellas vainas que aun contienen granos se llevan a un molino artesanal elaborado en madera, para continuar con el proceso de desgrane.

En cuanto a los criterios de indicadores económicos se ponderó con un valor de 7,3%, precio y tamaño de la tierra rural comparten un valor alrededor del 4%, mientras institucionalidad y condiciones de vida se ponderó alrededor del 2%. Es necesario destacar el criterio de institucionalidad, debido a que se realizaron ajustes metodológicos incorporando elementos de innovación que lleven a comprender mejor el impacto de la cobertura institucional.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Utilizando la evaluación multicriterio, proceso analítico jerárquico (AHP) desarrollado por Thomas L. Saaty, por medio de la cual se evalúa la importancia relativa de cada uno de los criterios entre sí, para poder priorizarlos y asignarles un peso, se procedió a reunir expertos en temas socioeconómicos y en el cultivo de frijol para el diligenciamiento de la matriz de comparación de criterios teniendo como base la escala de preferencia (Saaty,1994).

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

Tabla 1. Escala para la comparación y puntuación.

Extremadamente	Muy fuertemente	Fuertemente	Moderadamente	Igualmente	Moderadamente	Fuertemente	Muy fuertemente	Extremadamente
9	7	5	3	1	1/3	1/5	1/7	1/9

Así, cada escalar (valor) de la matriz, corresponde a la puntuación de la comparación por pares de criterios (la comparación se da fila contra columna), y se realiza hasta construir toda la matriz. Posteriormente, se crea una nueva matriz con los datos normalizados. Esta se construye, dividiendo cada valor de la matriz original, entre la suma de la columna a la que pertenece dicho valor. Finalmente, se calcula un promedio simple de los valores de cada fila, de la nueva matriz (normalizada); obteniendo así el valor de ponderación de cada criterio.

Como resultado de esta consulta con expertos se muestra a continuación la matriz de calificación.

Tabla 2. Matriz de calificación de los criterios socioeconómicos

Pareo Criterios									
	IND ECO	PRE TIE	TAM TIP	INFR	MER LAB	SEG CIU	ASOCI	CON VID	TRA CUL
IND ECO	1,00	5,00	5,00	0,14	0,14	0,33	3,00	5,00	0,20
PRE TIE	0,20	1,00	3,00	0,14	0,11	0,33	3,00	3,00	0,33
TAM TIP	0,20	0,33	1,00	0,11	0,11	0,14	5,00	5,00	0,14
INFRA	7,00	7,00	9,00	1,00	1,00	5,00	7,00	7,00	3,00
MER LAB	7,00	9,00	9,00	1,00	1,00	5,00	7,00	7,00	5,00
SEG CIU	3,00	3,00	7,00	0,20	0,20	1,00	9,00	5,00	0,14
ASOCI	0,33	0,33	0,20	0,14	0,14	0,11	1,00	3,00	0,14
CON VID	0,20	0,33	0,20	0,14	0,14	0,20	0,33	1,00	0,33
TRA CUL	5,00	3,00	7,00	0,33	0,20	7,00	7,00	3,00	1,00
Suma columna	23,93	29,00	41,40	3,22	3,05	19,12	42,33	39,00	10,30

Tabla 3. Matriz normalizada de calificación de los criterios socioeconómicos

Matriz normalizada										
	IND ECO	PRE TIE	TAM TIP	INFR	MER LAB	SEG CIU	ASOC I	CON VID	TRA CUL	Vector ponderación
IND ECO	0,04	0,17	0,12	0,04	0,05	0,02	0,07	0,13	0,02	7,36
PRE TIE	0,01	0,03	0,07	0,04	0,04	0,02	0,07	0,08	0,03	4,37
TAM TIP	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,01	0,12	0,13	0,01	4,25
INFRA	0,29	0,24	0,22	0,31	0,33	0,26	0,17	0,18	0,29	25,42
MER LAB	0,29	0,31	0,22	0,31	0,33	0,26	0,17	0,18	0,49	28,34
SEG CIU	0,13	0,10	0,17	0,06	0,07	0,05	0,21	0,13	0,01	10,36
ASOCI	0,01	0,01	0,00	0,04	0,05	0,01	0,02	0,08	0,01	2,69
CON VID	0,01	0,01	0,00	0,04	0,05	0,01	0,01	0,03	0,03	2,14
TRA CUL	0,21	0,10	0,17	0,10	0,07	0,37	0,17	0,08	0,10	15,07

Por medio de la herramienta priest se procedió a ingresar estos datos y aplicando el método de priorización NCS (Normalise Column Sum), y se obtuvieron los siguientes pesos para cada criterio:

Tabla 3. Pesos por cada criterio socioeconómico.

Criterio	%
Mercado laboral	28,343
Infraestructura	25,419
Tradición productiva	15,068
Seguridad ciudadana	10,362
Indicadores económicos	7,357
Precio de la tierra rural	4,374
Tamaño de la tierra rural	4,251
Institucionalidad	2,685

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

Condiciones de vida	2,136

A la aptitud A1 de cada uno de los criterios se le dio un valor de 3, A2 un valor de 2 y A3 un valor de 1 luego se multiplica por el respectivo peso y el resultado se reclasifica por intervalos iguales, para obtener finalmente el mapa del componente socioeconómico con las 3 categorías analizadas, las áreas calificadas como N1 en cualquiera de los criterios, se mantuvieron con esta calificación.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN

Relaciona los criterios de indicadores económicos, precio de la tierra rural, tamaño de la tierra rural, infraestructura y logística, mercado laboral, seguridad ciudadana, institucionalidad, condiciones de vida, tradición productiva, de acuerdo con las siguientes categorías:

- A1: considera las mejores condiciones para el cultivo
- A2: con restricciones moderadas
- A3: restricciones fuertes que indican una aptitud es marginal
- N1:no apto.

Este componente relaciona los criterios de indicadores económicos, precio de la tierra rural, tamaño de la tierra rural, infraestructura y logística, mercado laboral, seguridad ciudadana, institucionalidad, condiciones de vida, tradición productiva, de acuerdo con las categorías: A1, que considera las mejores condiciones para el cultivo; A2, con restricciones moderadas; A3, con restricciones fuertes, cuya aptitud es marginal, y N1, no apto.

AGROSAVIA

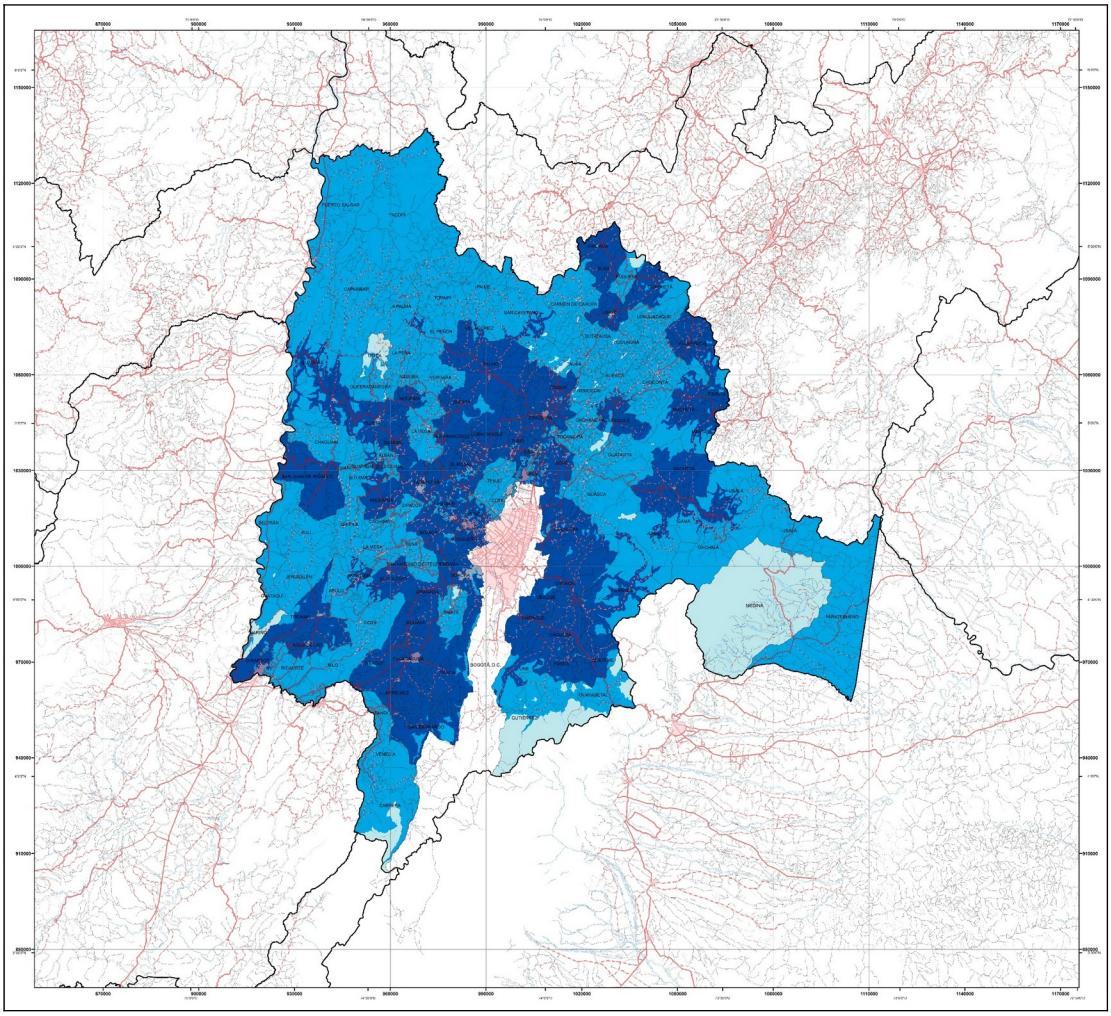
Corporación colombiana de investigación agropecuaria

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria



LEYENDA

Símbolo	Aptitud	Area (ha)	%
	ALTA	785.134,3	35,1
	MEDIA	1.272.110,3	56,9
	BAJA	179.495,3	8,0

Fuente de datos

Cartografía base IGAC escala 1:100.000 año 2017; y cartografía temática IGAC Estudio General de Suelos del departamento de Cundinamarca escala 1:100.00 año 2000.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

ISO 9001 icontec SC-CER228920
MINAGRICULTURA
GOBIERNO DE COLOMBIA

Saaty, T. (1994). How to make a decision: the analytic hierarchy process. University of Pittsburgh.

2.3.3. Componente socio ecosistémico

FICHA METODOLÓGICA DEL COMPONENTE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**Cultivo de fríjol (Phaseolus vulgaris) en Cundinamarca: producción tradicional de ladera para mercado alimentario.**
CRITERIOS: CAMBIO DE COBERTURA, INTEGRIDAD ECOLÓGICA, APROPIACIÓN DE AGUA, VARIACIÓN DEL CONTENIDO ESTIMADO DE CARBONO, SUSCEPTIBILIDAD A RIESGO DE INCENDIOS	

IMPORTANCIA

Las características socioecosistémicas de la zona condicionan el establecimiento del cultivo de fríjol voluble desde la visión de conservación de la biodiversidad y servicios ecosistémicos. El departamento de Cundinamarca presenta un alto porcentaje de coberturas transformadas con presencia de algunos parches de cobertura natural, además de contar con especies animales y vegetales endémicas y aves en categorías vulnerables y en peligro de extinción, por lo cual la conservación de estas zonas naturales y áreas estratégicas de especies sensibles es importante, desde este punto de vista, el enfoque ecosistémico se basa en el uso sostenible de los bienes y servicios de los ecosistemas y el mantenimiento de la integridad ecológica a fin de conservar el bienestar humano (UPRA, 2014). Áreas con aptitud alta se asocia a zonas donde el establecimiento del cultivo de fríjol voluble genera un menor impacto en los bienes y servicios que proveen los ecosistemas o contribuye a mejorarlos.

JUSTIFICACIÓN

La integridad ecológica es el criterio de mayor importancia con 47%, seguido de la apropiación del agua (24.5%), variación del contenido estimado de carbono (13.9%), cambio de cobertura (9.3%) y susceptibilidad a incendios (5.3%). La integridad ecológica se enfoca en la protección de la diversidad biológica y procesos naturales que sustentan la vida a fin de evitar el deterioro del territorio, involucra la conectividad estructural de coberturas naturales, índice de naturalidad y áreas de concentración de especies sensibles, es decir este criterio enmarca la biodiversidad y las áreas naturales y es importante para el departamento la conservación de estas zonas tan deterioradas puesto que el 63% de Cundinamarca se encuentra coberturas transformadas asociadas a la frontera agrícola. La apropiación del agua se enfoca en la sostenibilidad hídrica del territorio frente al cultivo que se va a establecer, por lo cual es de

importancia garantizar la disponibilidad de agua en el departamento, teniendo en cuenta la extensión agrícola que presenta. La dinámica de captura y emisión de carbono es esencial para la toma de decisiones a fin de evitar un aumento en la emisión de gases de efecto invernadero por lo cual se busca mantener sostenibilidad ambiental asociada al almacenamiento de carbono. El criterio de cambio de cobertura es el único del componente que presenta exclusiones asociadas a las zonas naturales y artificiales, dichas exclusiones se mantienen en la conformación del componente, por lo cual, aun cuando es de importancia la aptitud del territorio asociada al cambio de cobertura producido por el establecimiento del cultivo de fríjol voluble, esta aptitud se determina sobre la frontera agrícola.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Utilizando la evaluación multicriterio, proceso analítico jerárquico (AHP) desarrollado por Thomas L. Saaty, por medio de la cual se evalúa la importancia relativa de cada uno de los criterios entre sí, para poder priorizarlos y asignarles un peso, se procedió a reunir expertos en el cultivo de plátano para el diligenciamiento de la matriz de comparación de criterios teniendo como base la escala de preferencia (Saaty,1994).

Escala Numérica	Escala verbal
1	Ambos criterios o elementos son de igual importancia
3	Débil o moderada importancia de uno sobre el otro
5	Importancia esencial o fuerte de un criterio sobre el otro
7	Importancia demostrada de un criterio sobre otro
9	Importancia absoluta de un criterio sobre el otro
2,4,6,8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores

Como resultado de esta consulta con expertos se muestra a continuación la matriz de calificación.

	Cambio de cobertura	Integridad ecológica	Apropiación de agua	Variación contenido estimado de carbono	Susceptibilidad riesgo a incendios
Cambio de Cobertura	1				
Integridad ecológica	5	1			
Apropiación de agua	3	1/3	1		
Variación contenido estimado de carbono	3	1/5	1/3	1	
Susceptibilidad riesgo a incendios	1/3	1/5	1/5	1/3	1

Por medio de la herramienta priest se procedió a ingresar estos datos y aplicando el método de priorización NCS (Normalise Column Sum), y se obtuvieron los siguientes pesos para cada criterio.

Criterio	%
Integridad ecológica	47
Apropiación de agua	24,5
Variación contenido estimado de carbono	13,9
Cambio de cobertura	9,3
Susceptibilidad riesgo a incendios	5,3

A la aptitud A1 de cada uno de los criterios se le dio un valor de 3, A2 un valor de 2 y A3 un valor de 1 luego se multiplica por el respectivo peso y el resultado se reclasifica por intervalos iguales, para obtener finalmente el mapa del componente socioecosistémico con las 3 categorías analizadas, las áreas calificadas como N1 en cualquiera de los criterios, se mantuvieron con esta calificación.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN

Este componente relaciona los criterios cambio de cobertura, integridad ecológica, apropiación de agua, variación del contenido estimado de carbono, susceptibilidad a riesgo de incendios de acuerdo a las categorías: A1, que considera las mejores condiciones para el cultivo; A2, con restricciones moderadas; A3, con restricciones fuertes, cuya aptitud es marginal, y N1, no apto.

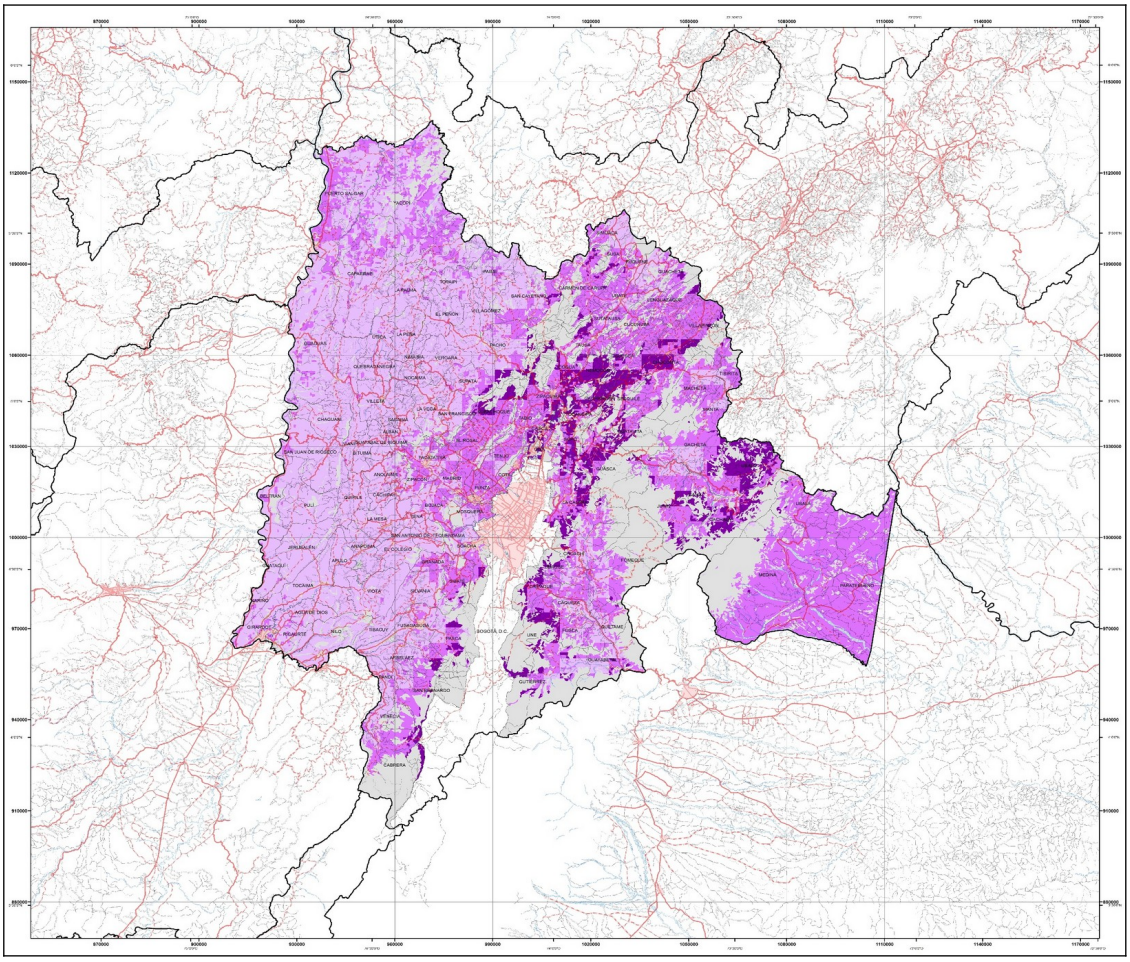
Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA

SEMESTRE 1



LEYENDA

Símbolo	Aptitud	Área (ha)	%
	ALTA	121.681,5	5,4
	MEDIA	653.086,4	29,2
	BAJA	866.611,2	38,8
	NO APTA	592.020,0	26,5

Fuente de datos

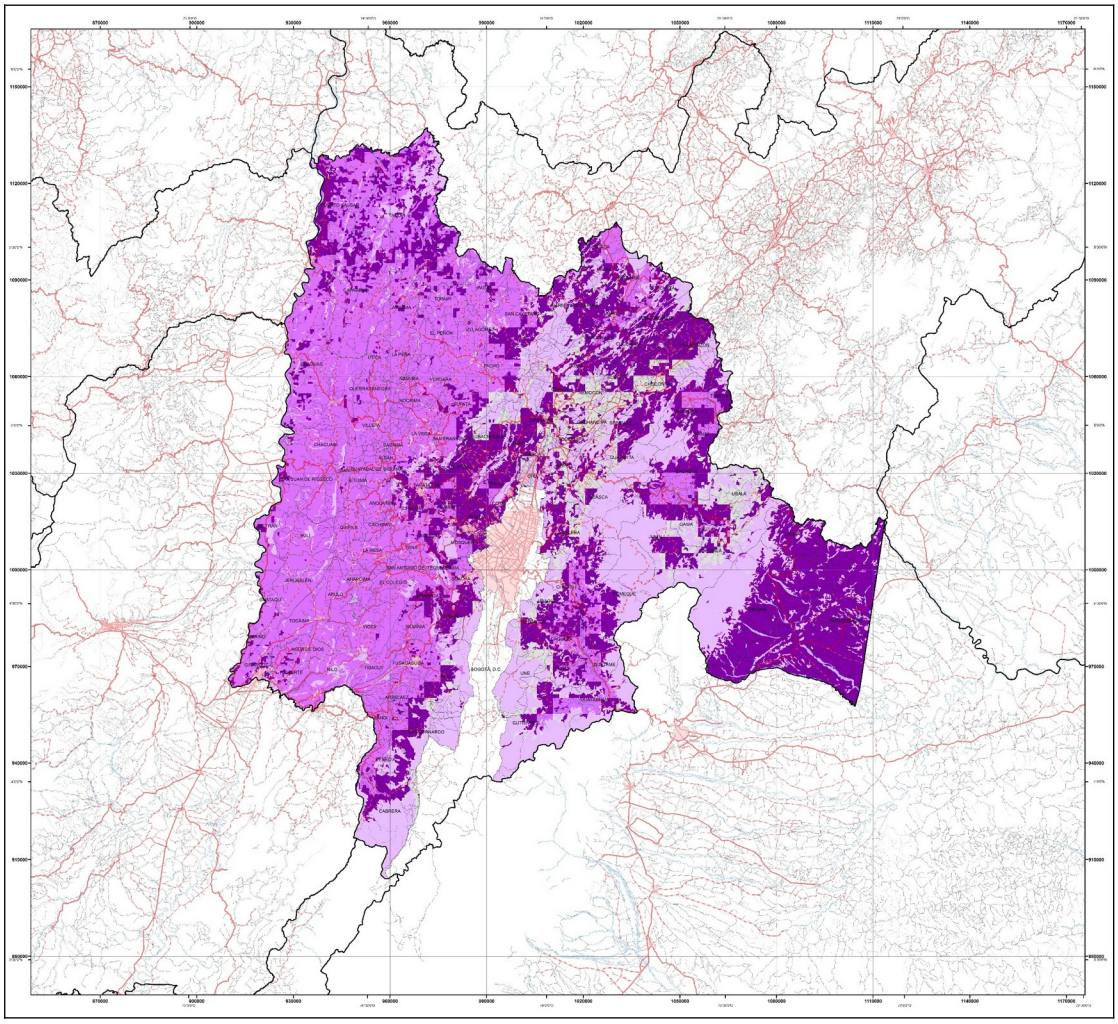
Cartografía base IGAC escala 1:100.000 año 2017; y cartografía temática IGAC Estudio General de Suelos del departamento de Cundinamarca escala 1:100.00 año 2000.

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

SEMESTRE 2



LEYENDA

Símbolo	Aptitud	Área (ha)	%
	ALTA	649.936,9	29,1
	MEDIA	868.952,3	38,9
	BAJA	591.929,0	26,5
	NO APTA	122.583,6	5,5

Fuente de datos

Cartografía base IGAC escala 1:100.000 año 2017; y cartografía temática IGAC Estudio General de Suelos del departamento de Cundinamarca escala 1:100.00 año 2000.

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

ISO 9001 icontec SC-CER228920
MINAGRICULTURA
GOBIERNO DE COLOMBIA

FUENTES DE INFORMACIÓN

Saaty, T. (19949. How to make a decision: the analytic hierarchy process. University of Pittsburgh. 1994

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

3. Caña para panela

Según el MADR (2017), se cultiva la caña para panela (*Saccharum officinarum*) en las provincias de: Oriente, Gualiva, Almeidas, Rionegro, Magdalena centro, Tequendama, Guavio, Bajo Magdalena, Medina y Alto Magdalena. De acuerdo con dicha información y comparando con las descripciones del estudio precedente para el ejercicio de Ordenación Social y Productiva iniciado por el departamento de Cundinamarca y la Corporación Colombia Internacional (CCI, 2016), referentes a la localización del cultivo en Cundinamarca, se realizó un cruce de la información de variables como área Sembrada y producción para la determinación de transectos y núcleos productivos que describieran de forma real el *Tipo de Uso de la Tierra (TUT)* por evaluar.

3.1. Definición del Tipo de Uso de la Tierra para caña panelera

- **TUT evaluado:** «Cultivo de caña para panela (*Saccharum officinarum*): de la transformación local al mercado regional»

- **Sistema de cultivo:** en los municipios de Caparrapí, La Peña, Útica, Nocaima y Villeta, el establecimiento de los cultivos se encuentra en ladera, con plantas que superan los 30 años de producción ininterrumpida. Las variedades más comunes son: ZC, RD7511, POJ2878, Pierna Bella (CC93-7711 Corpoica), Vende Finca (CC93-7510 Corpoica).

  La caña panelera no es cultivada en asocio con ninguna otra especie vegetal, solo en pocos casos hay rotación para producir forrajes destinados a la alimentación animal. Un pequeño porcentaje de los productores (no más del 1%) destinan parte del cultivo a la producción y venta de semilla, no destinando la totalidad de la caña cultivada a la producción de panela. La producción de panela es sostenida durante todo el año, destacándose algunas iniciativas para la modernización de la actividad agroindustrial, sobre todo en la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) (CCI 2016).

- **Orientación al mercado y rendimiento:** el cultivo de caña panelera está fuertemente ligado con asociaciones productivas que transforman y comercializan la panela; sin embargo, cerca del 60% de la panela producida se mueve por cadenas de intermediación para llegar al consumidor final (CCI 2016).

  La mayoría de los productores en los centros productivos, en especial Caparrapí, La Peña, Útica, Nocaima y Villeta, se rigen bajo la tipología de economía solidaria, promoviendo así la asociatividad y cooperación entre estos. En dichas asociaciones hay «pequeños, medianos y grandes productores», como lo mencionan los actores locales visitados en los municipios.

De acuerdo con MADR (2017), Cundinamarca es el segundo departamento con mayor área sembrada y área cosechada de caña panelera después de Antioquia. Los rendimientos a nivel municipal son bajos en comparación con Boyacá y Santander debido principalmente a la longevidad de los cultivos, los cuales fácilmente superan los 30 años.

- **Canales de comercialización:** de acuerdo con la información recolectada con productores, asistentes técnicos y comercializadores, se identificó un canal de comercialización de fríjol voluble el cual se compone de cinco eslabones que se identificaron en el departamento de Cundinamarca: ***proveedores de insumos y servicios, productores primarios, comercializadores, empacadores y consumidores finales.***

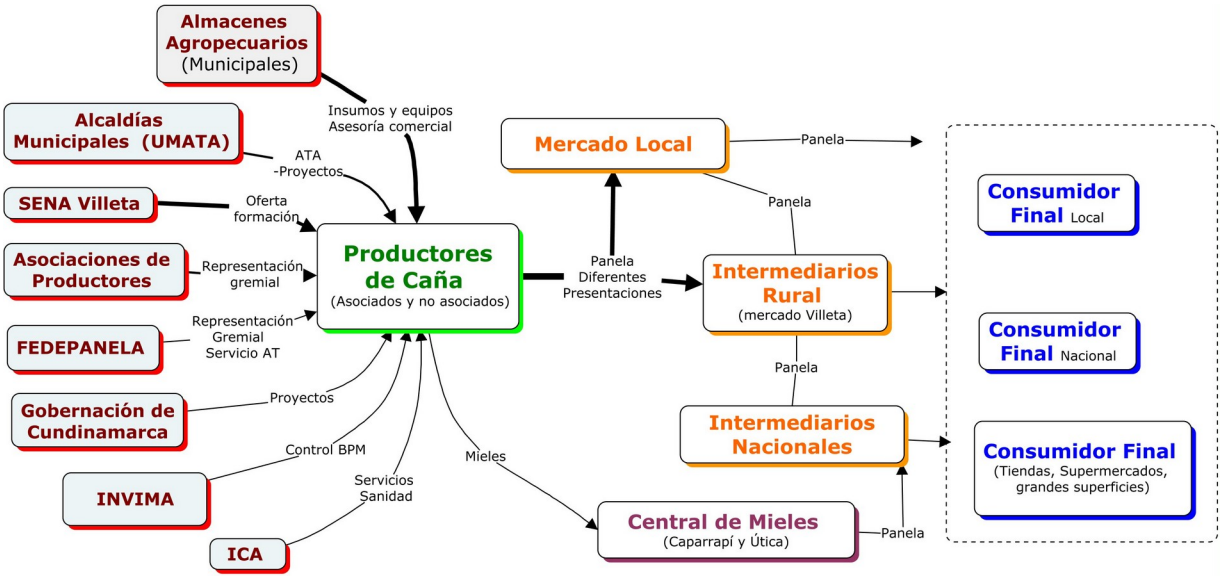


Figura Caña para panela-47. Canal de comercialización de la caña panelera (Sa*ccharum officinarum*). Fuente: Elaboración propia, 2018.

- Los ***proveedores de insumos y servicios*** agropecuarios corresponden a aquellas personas a quienes recurren los productores, ubicados por lo general en la cabecera municipal de los municipios o en Bogotá D.C. La extensión rural en los municipios es apoyada por el servicio público de extensión agropecuaria, la mayoría por Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria (UMATA) y en algunos casos, por la Federación Nacional de Productores de Panela (FEDEPANELA), y va ligado generalmente a proyectos que contemplan actividades de extensión rural con un tiempo finito y por ende infrecuente. El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y la Gobernación de Cundinamarca son actores que ejercen un control en las

enramadas. Las enramadas comunitarias fueron entregadas por el MADR y Gobernación a las asociaciones legalmente constituidas, las cuales quedaron como responsables de su funcionamiento y administración; adicionalmente la Gobernación y Agrosavia ofrecen procesos de transferencia de tecnología. El Instituto de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) ejerce control sobre el proceso de los diferentes productos de la panela en función del cumplimiento de las BPM y el apoyo a los servicios financieros provienen del Banco Agrario.

- El eslabón de ***producción*** se caracteriza por la asociatividad de productores pequeños, medianos y grandes. En Útica, se encuentra la Asociación de Productores Agropecuarios de Útica. ASPRUT. En Caparrapí, existe la Asociación de Alimentos Paneleros. En Nocaima se encuentra la Asociación de Productores Paneleros de Nocaima (ASOPROPANOC), todas legalmente constituidas, permiten bajo la estructura de trabajo solidario darle valor agregado al producto y comercializar bajo una marca el producto de la panela en diferentes presentaciones: panela en bloque, panela en pastilla, panela pulverizada, panela orgánica.

- El eslabón de ***comercialización*** se rige por acuerdos no formales, verbales y contra-entrega, es decir, el intermediario le paga al productor de forma inmediata. La metodología de venta generalmente es igual en todos los municipios: los cañicultores que se visitaron indicaron que ellos se desplazan hasta la cabecera municipal y entregan su producto al intermediario. En el caso de Villeta, se logró identificar que aparte del intermediario que proviene de la ciudad de Bogotá, existe el intermediario rural agropecuario, esté tiene bodegas de almacenamiento en la cabecera municipal y se visualizó que en todas las bodegas se mantiene un "stock". Se podría inferir que el "stock" es por el gran volumen que llega al mercado del municipio de Villeta y la volatilidad del precio.

- La ***transformación*** se lleva a cabo en las enramadas (trapiches), las cuales corresponden al lugar donde se desarrolla la transformación de los jugos de la caña a panela. Existen enramadas privadas y comunitarias. Las privadas, generalmente son de propiedad de un solo productor y este se encarga de prestar las instalaciones para aquel que lo solicite, generan entonces alianzas entre los agricultores, reúnen sus cargas de caña, las muelen, las transforman a panela, ellos ponen la mano de obra y al final después de movilizar la panela para la venta y de venderla se reparten las ganancias. La central de mieles constituye otro actor de transformación asociado a una adecuación creada en varios municipios estratégicos del departamento financiada por la Gobernación de Cundinamarca con el fin de potenciar los productos generados a partir de la caña panelera al exterior. Su objetivo es homogenizar y estandarizar el producto final a partir de la materia prima y así realizar los productos bajo una misma marca. De los municipios visitados quienes cuentan con esta infraestructura son Caparrapí y Útica, aunque la única viable y que apenas está iniciando su labor es la de Útica.

- Finalmente, se identifican como ***consumidores*** finales de panela los hogares.
-

3.2. Ficha metodológica del Tipo de Uso de la Tierra para caña panelera

JUSTIFICACIÓN

La construcción de la evaluación de tierras para el Tipo de Uso de la Tierra (TUT) asociado al cultivo al cultivo de caña panelera se realizó teniendo en cuenta los tres componentes: físico, socioeconómico y socioecosistémico. Los criterios y el método para la compilación de estos tres componentes se definió por medio de un taller de trabajo técnico en el que participaron profesionales de UPRA, de la Gobernación de Cundinamarca y el equipo de AGROSAVIA responsable de este estudio.

El componente con mayor peso es el físico (71%) debido a que la oferta edáfica y climática es el que más condiciona el establecimiento del cultivo. El segundo componente que más calificación tiene es el socioeconómico (19%) debido a que en el TUT evaluado hay un mercado consolidado que garantiza una relativa estabilidad permitiendo una tradición productiva nada especial.

Por último, el componente socioecosistémico tiene un peso del 10% en la consolidación del TUT. Dentro de este componente, el criterio de integridad ecológica es el más relevante y se debe priorizar, debido a que en el departamento de Cundinamarca las áreas transformadas son extensas. Este componente excluye para el cultivo áreas naturales que tienen restricción legal.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Utilizando la evaluación multicriterio, proceso analítico jerárquico (AHP) (Saaty,1994), por medio de la cual se evalúa la importancia relativa de cada uno de los componentes entre sí, para poder priorizarlos y asignarles un peso.

Se procedió a consultar a los especialistas en el manejo del cultivo para diligenciar la matriz de comparación de componentes teniendo como base la escala de preferencia. Una vez hecha esta valoración se llevó esta información al taller de trabajo técnico en la que se procedió a realizar una nueva calificación con los asistentes encontrando una alta coincidencia. A continuación se muestra la escala de la valoración (numérica y verbal) así como el resultado:

Escala Numérica	Escala verbal
1	Ambos criterios o elementos son de igual importancia
3	Débil o moderada importancia de uno sobre el otro
5	Importancia esencial o fuerte de un criterio sobre el otro
7	Importancia demostrada de un criterio sobre otro
9	Importancia absoluta de un criterio sobre el otro
2,4,6,8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores

	Componente biofísico	Componente Socioeconómico	Componente Socioecosistémico
Componente Físico	1		
Componente Socioeconómico	1/7	1	
Componente Socioecosistémico	1/5	1/3	1

Luego por medio de la herramienta Priest® se procedió a ingresar estos datos y aplicando el método de priorización NCS (Normalise Column Sum) se obtuvieron los siguientes pesos para cada componente:

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

Pesos por componente	%
Componente Físico	71
Componente Socioeconómico	19
Componente Socioecosistémico	10

A la aptitud A1 de cada uno de los componentes se le dio un valor de 3, A2 un valor de 2 y A3 un valor de 1 luego se multiplica por el respectivo peso y el resultado se reclasifica por intervalos iguales, para obtener finalmente el mapa del TUT con las 3 categorías analizadas, las áreas calificadas como N1 en cualquiera de los componentes, se mantuvieron con esta calificación.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN

El TUT relaciona los componentes físicos, socioeconómico y socioecosistémico de acuerdo a las categorías: A1, que considera las mejores condiciones para el cultivo; A2, con restricciones moderadas; A3, con restricciones fuertes, cuya aptitud es marginal, y N1, no apto.

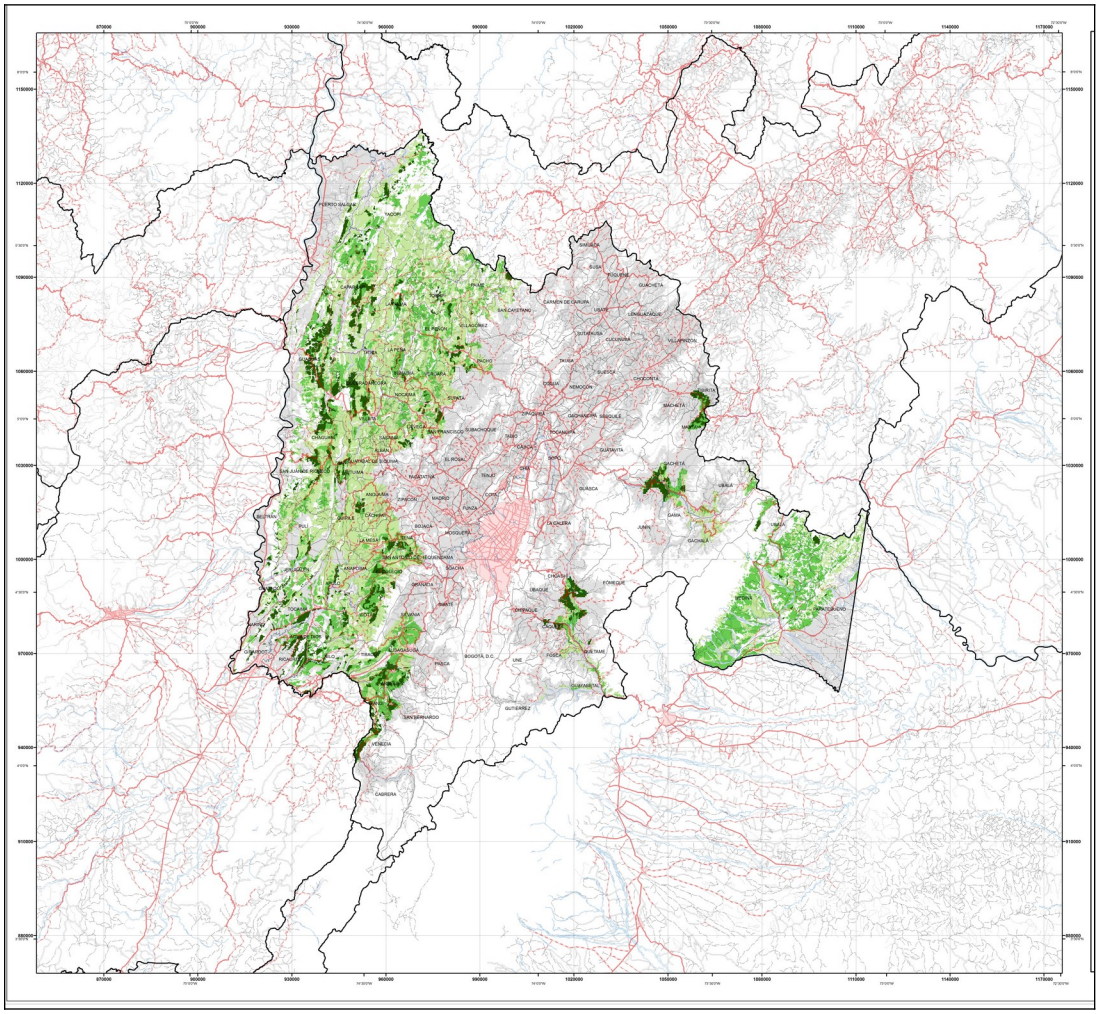
Se obtiene las áreas con las diferentes aptitudes a las que se les sustrae las áreas que no están dentro de la frontera agrícola definidas por UPRA (2018).

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA



LEYENDA

Aptitud Caña Panelera			
Símbolo	Aptitud	Área (ha)	%
	ALTA	71.521,4	4,8
	MEDIA	204.545,1	13,7
	BAJA	350.028,1	23,5
	NO APTA	865.280,8	58,0

Fuente de datos

Cartografía base IGAC escala 1:100.000 año 2017; y cartografía temática IGAC Estudio General de Suelos del departamento de Cundinamarca escala 1:100.00 año 2000.

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

ISO 9001 icontec SC-CER228920
MINAGRICULTURA
GOBIERNO DE COLOMBIA

FUENTES DE INFORMACIÓN

Saaty, T. (1994). How to make a decision: the analytic hierarchy process. University of Pittsburgh.

3.3. Fichas metodológicas por componente del Tipo de Uso de la Tierra para caña panelera

3.3.1. Componente físico

FICHA METODOLÓGICA DEL COMPONENTE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de caña para panela (*Saccharum officinarum*): de la transformación local al mercado regional.
CRITERIOS: CONDICIONES CLIMÁTICAS, CAPACIDAD DE LABOREO, CONDICIÓN DE ENRAIZAMIENTO, ESTRÉS HÍDRICO POR DÉFICIT, EXCESO HÍDRICO EN EL SUELO, DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES, TOXICIDAD POR ALUMINIO O SODIO, SUSCEPTIBILIDAD A PÉRDIDA DE SUELOS, RIESGO FITOSANITARIO	

IMPORTANCIA

Las características biofísicas de la zona condicionan el establecimiento del cultivo de caña panelera, el cual requiere de una altitud y temperatura especifica puesto que no todos los pisos térmicos son favorables para el establecimiento del cultivo. Las características de suelos tales como profundidad y fertilidad influyen en el crecimiento de la planta; la presencia de plagas y enfermedades limitan la producción y la forma del terreno puede favorecer o dificultar las labores de siembra y cosecha para el productor.

JUSTIFICACIÓN

El estrés hídrico y la condición climática son los criterios de mayor importancia para el cultivo de caña panelera con porcentajes de 23.7 y 22%, respectivamente. El primero afecta considerablemente la producción de biomasa y por consiguiente el rendimiento del cultivo, puesto que el crecimiento de hojas y tallos y la acumulación de azucares son sensibles al estrés hídrico. Las variables asociadas a la condición climática como la altitud que restringe zonas donde no se puede sembrar caña, ya que las condiciones adecuadas para el

crecimiento y desarrollo están dentro de un rango de altitud determinado, además de esto, tiene unos requerimientos de temperatura y precipitación que pueden condicionar el cultivo, puesto que para el caso de caña panelera estas variables influyen en la producción de azúcar; la variación diaria de temperatura es otra variable incluida dentro de la condición climática que afecta la calidad y producción de panela. El riesgo fitosanitario tiene una importancia de 13.1% debido a las pérdidas económicas e impacto en la productividad que tiene la presencia de plagas y enfermedades, las cuales son condicionadas por el clima, puesto que ciertos rangos de temperatura, humedad o precipitación favorecen o no su aparición. La susceptibilidad a la perdida de suelos tiene una importancia para el cultivo de caña de 10.4%, Cundinamarca presenta fuertes pendientes en donde también se tiene presencia del cultivo y las actividades de laboreo pueden facilitar la perdida de suelo, por lo que deben incentivarse prácticas de conservación como el sembrado siguiendo las curvas de nivel, que se lleva a cabo en municipios como La Peña, con más del 90% del área con caña panelera y cuyas pendientes superan el 50%. El exceso hídrico tiene una importancia del 9%, la caña resiste excepcionalmente condiciones de encharcamiento por lo cual no es un fuerte restrictivo para el cultivo. La disponibilidad de nutrientes (8%), capacidad de laboreo (7%), condiciones de enraizamiento (5%) y toxicidad (3%) son criterios relacionados con la oferta edáfica y aunque restringen el establecimiento del cultivo pueden ser manejados por el productor para mejorar la fertilidad, en el caso de capacidad de laboreo muchas de las zonas en donde se cultiva caña tienen pendientes altas que no han sido impedimento para obtener una alta producción, puesto que, como se nombró anteriormente se han venido implementando prácticas que favorecen el establecimiento, además de esto la toxicidad y la disponibilidad nutricional de los suelos es desconocida en muchos sitios puesto que no se realizan análisis de suelos para conocer tanto las necesidades como los manejos adecuados en cuanto a fertilización se habla.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Utilizando la evaluación multicriterio, proceso analítico jerárquico (AHP) desarrollado por Thomas L. Saaty, por medio de la cual se evalúa la importancia relativa de cada uno de los criterios entre sí, para poder priorizarlos y asignarles un peso, se procedió a reunir expertos en el cultivo de plátano para el diligenciamiento de la matriz de comparación de criterios teniendo como base la escala de preferencia (Saaty,1994).

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

Escala Numérica	Escala verbal
1	Ambos criterios o elementos son de igual importancia
3	Débil o moderada importancia de uno sobre el otro
5	Importancia esencial o fuerte de un criterio sobre el otro
7	Importancia demostrada de un criterio sobre otro
9	Importancia absoluta de un criterio sobre el otro
2,4,6,8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores

Como resultado de esta consulta con expertos se muestra a continuación la matriz de calificación.

	Condiciones Climáticas	Capacidad de Laboreo	Condiciones de enraizamiento	Estrés Hídrico	Exceso Hídrico	Disponibilidad de Nutrientes	Toxicidad	Susceptibilidad a perdida de suelos	Riesgo Fitosanitario
Condiciones Climáticas	1								
Capacidad de Laboreo	1/5	1							
Condiciones de enraizamiento	1/5	1/3	1						
Estrés Hídrico	3	5	5	1					
Exceso Hídrico	1/5	1	1	1/5	1				
Disponibilidad de Nutrientes	1/3	1	1	1/3	1/3	1			
Toxicidad	1/5	1/5	1/3	1/5	1	7	1		
Susceptibilidad a perdida de suelos	1/3	1	1	1/3	1/5	5	5	1	
Riesgo Fitosanitario	1/7	5	5	1	3	1/3	5	1/3	1

Por medio de la herramienta priest se procedió a ingresar estos datos y aplicando el método de priorización NCS (Normalise Column Sum), y se obtuvieron los siguientes pesos para cada criterio.

Criterio	%
Estrés Hídico	23,7
Condiciones Climáticas	22
Riesgo Fitosanitario	13,1
Susceptibilidad a perdida de suelos	10,4
Exceso Hídrico	8,9
Disponibilidad de Nutrientes	7,9
Capacidad de Laboreo	6,7
Condiciones de enraizamiento	4,7
Toxicidad	2,6

A la aptitud A1 de cada uno de los criterios se le dio un valor de 3, A2 un valor de 2 y A3 un valor de 1 luego se multiplica por el respectivo peso y el resultado se reclasifica por intervalos iguales, para obtener finalmente el mapa del componente biofísico con las 3 categorías analizadas, las áreas calificadas como N1 en cualquiera de los criterios, se mantuvieron con esta calificación.

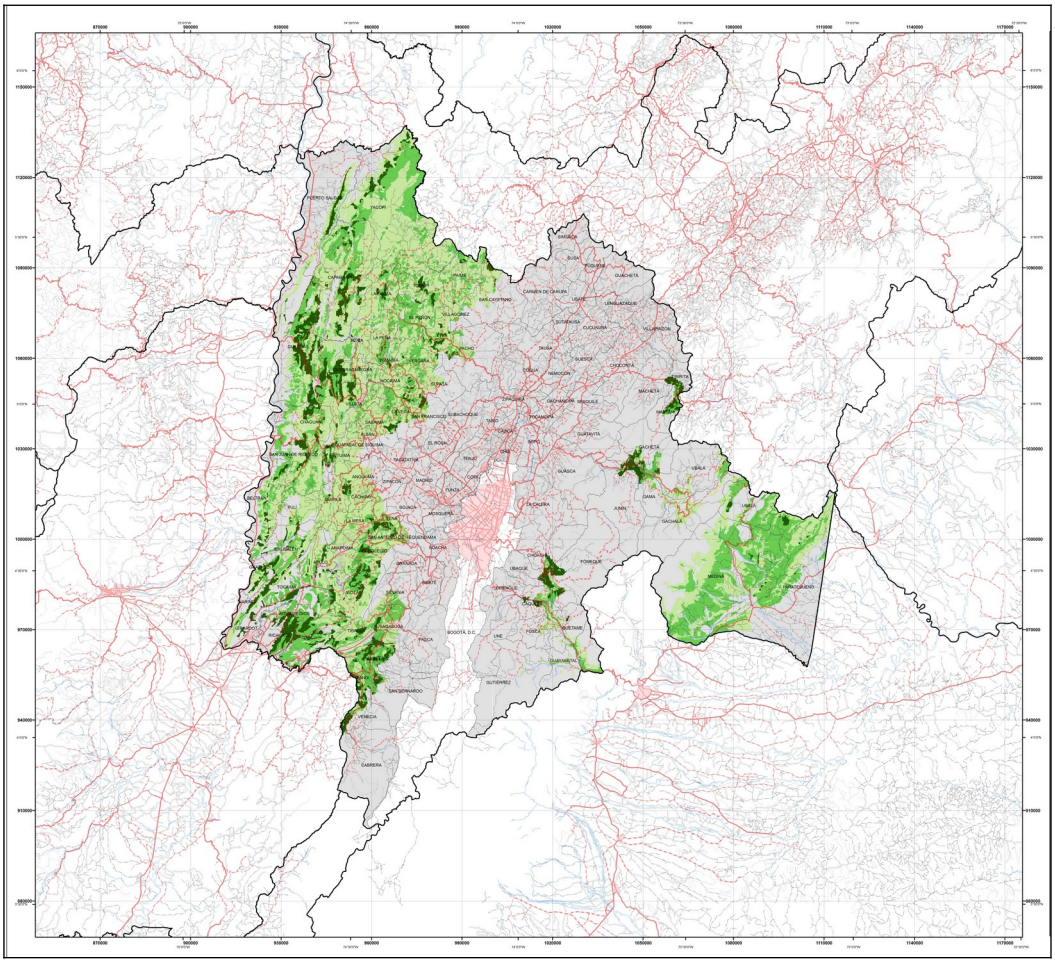
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN

Este componente relaciona los criterios de condiciones climáticas, capacidad de laboreo, condición de enraizamiento, estrés hídrico por déficit, exceso hídrico en el suelo, disponibilidad de nutrientes, toxicidad por aluminio o sodio, susceptibilidad a perdida de suelos y riesgos fitosanitarios de acuerdo a las categorías: A1, que considera las mejores condiciones para el cultivo; A2, con restricciones moderadas; A3, con restricciones fuertes, cuya aptitud es marginal, y N1, no apto.

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL COMPONENTE



LEYENDA

Componente Biofísico			
Símbolo	Aptitud	Área (ha)	%
	ALTA	88.917,9	4,0
	MEDIA	280.615,2	12,6
	BAJA	473.062,1	21,2
	NO APTA	1.388.731,1	62,2

Fuente de datos

Cartografía base IGAC escala 1:100.000 año 2017; y cartografía temática IGAC Estudio General de Suelos del departamento de Cundinamarca escala 1:100.00 año 2000.

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

ISO 9001 icontec SC-CER228920
MINAGRICULTURA
GOBIERNO DE COLOMBIA

FUENTES DE INFORMACIÓN

Saaty, T. (1994). How to make a decision: the analytic hierarchy process. University of Pittsburgh.

3.3.2. Componente socioeconómico

FICHA METODOLÓGICA DEL COMPONENTE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de caña para panela (*Saccharum officinarum*): de la transformación local al mercado regional.
CRITERIOS: INDICADORES ECONÓMICOS, PRECIO DE LA TIERRA RURAL, TAMAÑO DE LA TIERRA RURAL, INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA, MERCADO LABORAL, SEGURIDAD CIUDADANA, INSTITUCIONALIDAD, CONDICIONES DE VIDA, TRADICIÓN PRODUCTIVA.	

IMPORTANCIA

Evaluar la dimensión social y económica de una actividad y en particular de un sistema productivo agropecuario, permite identificar elementos que pueden optimizar su desempeño y sostenibilidad en el tiempo, mediante procesos de toma de decisiones e internalización o externalización de factores que contribuyan al incremento de la productividad y competitividad del sistema, que se traduzcan a su vez en mayores ingresos y utilidades para los productores y sus familias.

Las características sociales de una unidad productiva, familia, grupo o comunidad, en este caso rural, constituyen el capital que posibilita y potencializa el proceso de apropiación del medio natural, en este caso mediante una actividad productiva agropecuaria. Por su parte la dimensión económica, permite valorar en términos monetarios los flujos del proceso de apropiación e intercambio de la producción derivada de un sistema agropecuario. El análisis integrado de estas dos dimensiones, dan cuenta de la generación y distribución de los beneficios e impactos provenientes de las actividades productivas agropecuarias.

JUSTIFICACIÓN

Los criterios de mayor importancia son mercado laboral e infraestructura y logística con porcentajes de 28,3 % y 25,4 %, respectivamente. Respecto al primero, se destaca la fuerza laboral como recurso indispensable en el proceso de apropiación, puesto que, como factor de producción, el trabajo determina el comportamiento productivo de un sistema, por tanto, las

inversiones en este, puede favorecer o desfavorecer su desempeño. Existe consenso de la escasez en la disponibilidad de mano de obra empleada por los productores de caña para el establecimiento, manejo del cultivo y transformación de la panela debido a: i) la poca sostenibilidad del sector ha hecho que los jóvenes migren a otros centros poblados y ciudades. ii) La mano de obra contratada se caracteriza por ser temporal, costosa para el productor y con una alta rotación. Estas condiciones no favorecen la gestión de conocimiento debido a que el jornal se limita solo a la actividad comercial y no al aporte de mejoras en las labores técnicas (Corpoica, 2017; AGROSAVIA, 2018).

En cuanto a infraestructura y logística, un alto porcentaje de la panela producida se comercializa por cadenas de intermediación para llegar al consumidor final (CCI, 2016) y para la interpretación de este criterio de la aptitud es necesario tener en cuenta los tiempos de desplazamientos desde el punto o ubicación del predio hasta donde se identifican los centros de servicios, de comercialización y de transformación. En la transformación no se incluyó la ubicación de los trapiches y los centros de mieles. Los trapiches por no tener información veraz de cantidad y ubicación; y las centrales de mieles por no estar en funcionamiento al momento del procesamiento de la información. No obstante, es necesario destacar estos dos centros de transformación debido al valor agregado que genera. En el caso de la central de mieles, su objetivo es homogenizar y estandarizar el producto final a partir de la materia prima y así realizar los productos bajo una misma marca. Del núcleo productivo cuentan con esta infraestructura, Caparrapí y Útica.

Tradición productiva y seguridad ciudadana se ponderó con los valores de 15 % y 10,3 %, respectivamente. La primera es asumida como un capital social que permite mayor conocimiento y experiencia tanto en las actividades agropecuarias, como de un sistema en particular; se destaca por ser un criterio nuevo a la metodología y para efectos de la espacialización se analizó en términos de área sembrada y la existencia de cultivos en los últimos 10 años. En los municipios del núcleo productivo existe una cultura panelera de más de 60 años lo que define la existencia de un amplio conocimiento ancestral sobre técnicas y manejo del sistema de cultivo (Corpoica, 2017).

El criterio de indicadores económicos se ponderó con un valor de 7,3 %, precio y tamaño de la tierra rural comparten un valor alrededor del 4 %, mientras institucionalidad y condiciones de vida se ponderó alrededor del 2 %. Es necesario destacar el criterio de institucionalidad, debido a que se realizaron ajustes metodológicos incorporando elementos de innovación que lleven a comprender mejor el impacto de la cobertura institucional.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Utilizando la evaluación multicriterio, proceso analítico jerárquico (AHP) desarrollado por Thomas L. Saaty, por medio de la cual se evalúa la importancia relativa de cada uno de los criterios entre sí, para poder priorizarlos y asignarles un peso, se procedió a reunir expertos en

temas socioeconómicos y en el cultivo de caña panelera para el diligenciamiento de la matriz de comparación de criterios teniendo como base la escala de preferencia (Saaty,1994).

Tabla 1. Escala para la comparación y puntuación.

Extremadamente preferido	Muy fuertemente preferido	Fuertemente preferido	Moderadamente menos preferido	Igualmente preferido	Moderadamente menos preferido	Fuertemente menos preferido	Muy fuertemente menos preferido	Extremadamente menos preferido
9	7	5	3	1	1/3	1/5	1/7	1/9

Así, cada escalar (valor) de la matriz, corresponde a la puntuación de la comparación por pares de criterios (la comparación se da fila contra columna), y se realiza hasta construir toda la matriz. Posteriormente, se crea una nueva matriz con los datos normalizados. Esta se construye, dividiendo cada valor de la matriz original, entre la suma de la columna a la que pertenece dicho valor. Finalmente, se calcula un promedio simple de los valores de cada fila, de la nueva matriz (normalizada); obteniendo así el valor de ponderación de cada criterio.
Como resultado de esta consulta con expertos se muestra a continuación la matriz de calificación.

Tabla 2. Matriz de calificación de los criterios socioeconómicos

Pareo Criterios									
	IND ECO	PRE TIE	TAM TIP	INFR	MER LAB	SEG CIU	ASOCI	CON VID	TRA CUL
IND ECO	1,00	5,00	5,00	0,14	0,14	0,33	3,00	5,00	0,20
PRE TIE	0,20	1,00	3,00	0,14	0,11	0,33	3,00	3,00	0,33
TAM TIP	0,20	0,33	1,00	0,11	0,11	0,14	5,00	5,00	0,14
INFRA	7,00	7,00	9,00	1,00	1,00	5,00	7,00	7,00	3,00
MER LAB	7,00	9,00	9,00	1,00	1,00	5,00	7,00	7,00	5,00
SEG CIU	3,00	3,00	7,00	0,20	0,20	1,00	9,00	5,00	0,14
ASOCI	0,33	0,33	0,20	0,14	0,14	0,11	1,00	3,00	0,14
CON VID	0,20	0,33	0,20	0,14	0,14	0,20	0,33	1,00	0,33
TRA CUL	5,00	3,00	7,00	0,33	0,20	7,00	7,00	3,00	1,00
Suma columna	23,93	29,00	41,40	3,22	3,05	19,12	42,33	39,00	10,30

Tabla 3. Matriz normalizada de calificación de los criterios socioeconómicos

Matriz normalizada										
	IND ECO	PRE TIE	TAM TIP	INFR	MER LAB	SEG CIU	ASOC I	CON VID	TRA CUL	Vector ponderación
IND ECO	0,04	0,17	0,12	0,04	0,05	0,02	0,07	0,13	0,02	7,36
PRE TIE	0,01	0,03	0,07	0,04	0,04	0,02	0,07	0,08	0,03	4,37
TAM TIP	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,01	0,12	0,13	0,01	4,25
INFRA	0,29	0,24	0,22	0,31	0,33	0,26	0,17	0,18	0,29	25,42
MER LAB	0,29	0,31	0,22	0,31	0,33	0,26	0,17	0,18	0,49	28,34
SEG CIU	0,13	0,10	0,17	0,06	0,07	0,05	0,21	0,13	0,01	10,36
ASOCI	0,01	0,01	0,00	0,04	0,05	0,01	0,02	0,08	0,01	2,69
CON VID	0,01	0,01	0,00	0,04	0,05	0,01	0,01	0,03	0,03	2,14
TRA CUL	0,21	0,10	0,17	0,10	0,07	0,37	0,17	0,08	0,10	15,07

Por medio de la herramienta priest se procedió a ingresar estos datos y aplicando el método de priorización NCS (Normalise Column Sum), y se obtuvieron los siguientes pesos para cada criterio:

Tabla 3. Pesos por cada criterio socioeconómico.

Criterio	%
Mercado laboral	28,343
Infraestructura	25,419
Tradición productiva	15,068
Seguridad ciudadana	10,362
Indicadores económicos	7,357
Precio de la tierra rural	4,374
Tamaño de la tierra rural	4,251
Institucionalidad	2,685
Condiciones de vida	2,136

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

A la aptitud A1 de cada uno de los criterios se le dio un valor de 3, A2 un valor de 2 y A3 un valor de 1 luego se multiplica por el respectivo peso y el resultado se reclasifica por intervalos iguales, para obtener finalmente el mapa del componente socioeconómico con las 3 categorías analizadas, las áreas calificadas como N1 en cualquiera de los criterios, se mantuvieron con esta calificación.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN

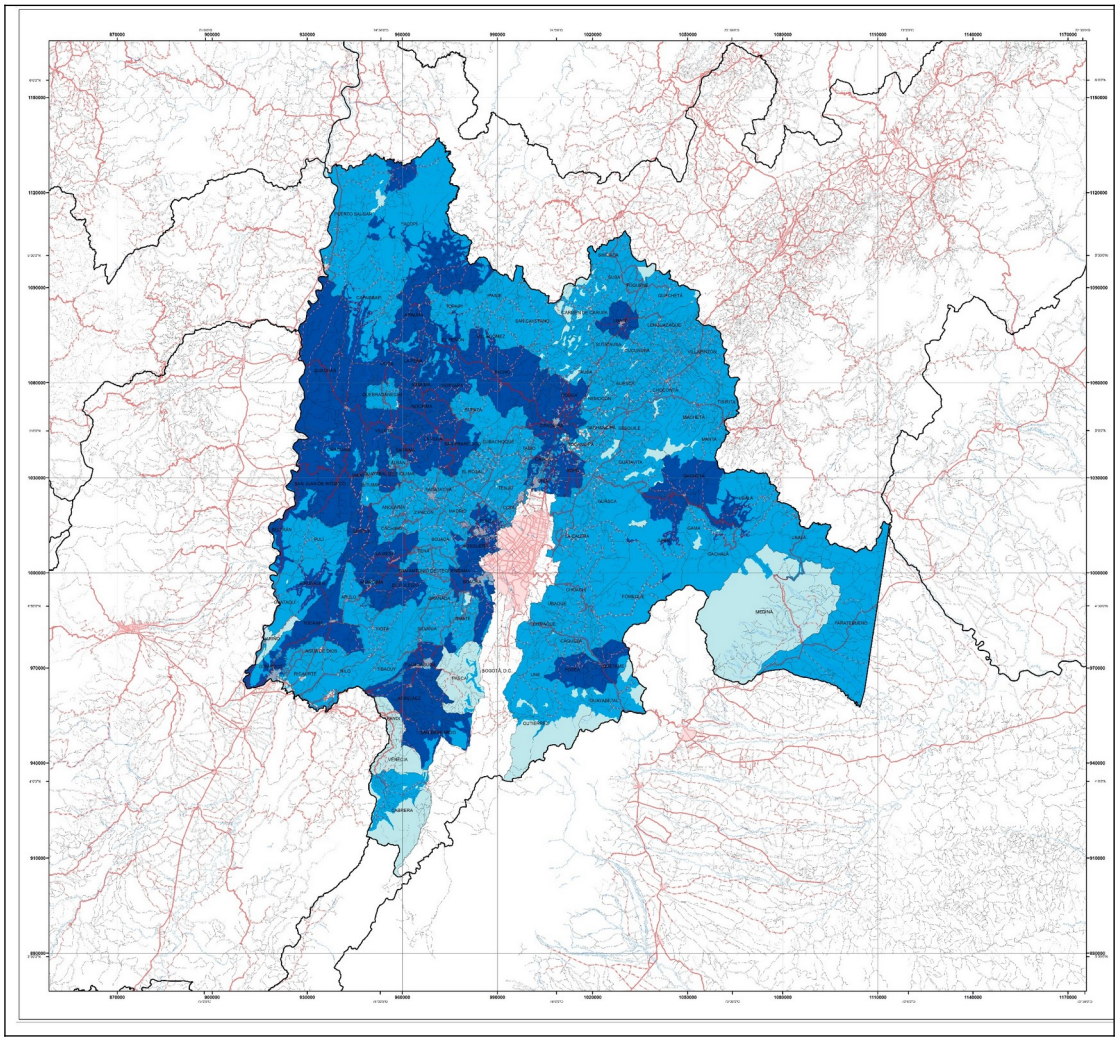
Este componente relaciona los criterios de indicadores económicos, precio de la tierra rural, tamaño de la tierra rural, infraestructura y logística, mercado laboral, seguridad ciudadana, institucionalidad, condiciones de vida, tradición productiva, de acuerdo con las categorías: A1, que considera las mejores condiciones para el cultivo; A2, con restricciones moderadas; A3, con restricciones fuertes, cuya aptitud es marginal, y N1, no apto.

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA



LEYENDA

	ALTA	664.740,7	29,7
	MEDIA	1.322.770,2	59,1
	BAJA	249.226,8	11,1

Fuente de datos

Cartografía base IGAC escala 1:100.000 año 2017; y cartografía temática IGAC Estudio General de Suelos del departamento de Cundinamarca escala 1:100.00 año 2000.

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

ISO 9001 icontec SC-CER228920
MINAGRICULTURA
GOBIERNO DE COLOMBIA

FUENTES DE INFORMACIÓN

AGROSAVIA. (2018). Informe del taller de validación de información cartográfica de la evaluación de tierras del T.U.T de caña panelera.

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA. (2017). Diagnóstico-línea base socioeconómica y productiva del sistema productivo caña panelera en los municipios de Toapaipí, El Peñón, Útica y Caparrapí.

Corporación Colombiana Internacional CCI. (2016). Informe final-Priorización de las alternativas productivas a partir del análisis de la oferta y demanda del mercado para el departamento de Cundinamarca.

Saaty, T. (1994). How to make a decision: the analytic hierarchy process. University of Pittsburgh.

3.3.3. Componente socioecosistémico

FICHA METODOLÓGICA DEL COMPONENTE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de caña para panela (*Saccharum officinarum*): de la transformación local al mercado regional.
CRITERIOS: CAMBIO DE COBERTURA, INTEGRIDAD ECOLÓGICA, APROPIACIÓN DE AGUA, VARIACIÓN DEL CONTENIDO ESTIMADO DE CARBONO, SUSCEPTIBILIDAD A RIESGO DE INCENDIOS	

IMPORTANCIA

Las características socioecosistémicas de la zona complementan la oferta ambiental para el establecimiento del cultivo de caña panelera desde la visión de conservación de la biodiversidad y servicios ecosistémicos. El departamento de Cundinamarca presenta un alto porcentaje de coberturas transformadas con presencia de algunos parches de cobertura natural, además de contar con especies animales y vegetales endémicas y aves en categorías vulnerables y en peligro de extinción, por lo cual es importante la conservación de estas zonas naturales y áreas estratégicas de especies sensibles. Por lo tanto, el enfoque ecosistémico que describen este componente se basa en el uso sostenible de los bienes y servicios de los

ecosistemas y el mantenimiento de la integridad ecológica a fin de conservar el bienestar humano (UPRA, 2014).

JUSTIFICACIÓN

La integridad ecológica es el criterio de mayor importancia con 47%, seguido de la apropiación del agua (24.5%), variación del contenido estimado de carbono (13.9%), cambio de cobertura (9.3%) y susceptibilidad a incendios (5.3%). La integridad ecológica se enfoca en la protección de la diversidad biológica y procesos naturales que sustentan la vida a fin de evitar el deterioro del territorio, involucra la conectividad estructural de coberturas naturales, índice de naturalidad y áreas de concentración de especies sensibles, es decir este criterio enmarca la biodiversidad y las áreas naturales y es importante para el departamento la conservación de estas zonas tan deterioradas puesto que en el 63% del área departamental, se encuentran coberturas transformadas asociadas a la frontera agrícola.

La apropiación del agua se enfoca en la sostenibilidad hídrica del territorio frente al cultivo que se va a establecer, por lo cual es de importancia garantizar la disponibilidad de agua en el departamento, teniendo en cuenta la extensión agrícola que presenta. La dinámica de captura y emisión de carbono es esencial para la toma de decisiones a fin de evitar un aumento en la emisión de gases de efecto invernadero por lo cual se busca mantener sostenibilidad ambiental asociada al almacenamiento de carbono.

El criterio de cambio de cobertura es el único del componente que presenta exclusiones asociadas a las zonas naturales y artificiales. Dichas exclusiones se mantienen en la conformación del componente, por lo cual, la aptitud del territorio relacionada con el cambio de cobertura para el establecimiento del cultivo (caña panelera), es calculada en sobre las áreas de frontera agrícola.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Utilizando la evaluación multicriterio, proceso analítico jerárquico (AHP) desarrollado por Thomas L. Saaty, por medio de la cual se evalúa la importancia relativa de cada uno de los criterios entre sí, para poder priorizarlos y asignarles un peso, se procedió a reunir expertos en el cultivo de plátano para el diligenciamiento de la matriz de comparación de criterios teniendo como base la escala de preferencia (Saaty,1994).

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

Escala Numérica	Escala verbal
1	Ambos criterios o elementos son de igual importancia
3	Débil o moderada importancia de uno sobre el otro
5	Importancia esencial o fuerte de un criterio sobre el otro
7	Importancia demostrada de un criterio sobre otro
9	Importancia absoluta de un criterio sobre el otro
2,4,6,8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores

Como resultado de esta consulta con expertos se muestra a continuación la matriz de calificación.

	Cambio de cobertura	Integridad ecológica	Apropiación de agua	Variación contenido estimado de carbono	Susceptibilidad riesgo a incendios
Cambio de Cobertura	1				
Integridad ecológica	5	1			
Apropiación de agua	3	1/3	1		
Variación contenido estimado de carbono	3	1/5	1/3	1	
Susceptibilidad riesgo a incendios	1/3	1/5	1/5	1/3	1

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

Por medio de la herramienta priest se procedió a ingresar estos datos y aplicando el método de priorización NCS (Normalise Column Sum), y se obtuvieron los siguientes pesos para cada criterio.

Criterio	%
Integridad ecológica	47
Apropiación de agua	24,5
Variación contenido estimado de carbono	13,9
Cambio de cobertura	9,3
Susceptibilidad riesgo a incendios	5,3

A la aptitud A1 de cada uno de los criterios se le dio un valor de 3, A2 un valor de 2 y A3 un valor de 1 luego se multiplica por el respectivo peso y el resultado se reclasifica por intervalos iguales, para obtener finalmente el mapa del componente socioecosistémico con las 3 categorías analizadas, las áreas calificadas como N1 en cualquiera de los criterios, se mantuvieron con esta calificación.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN

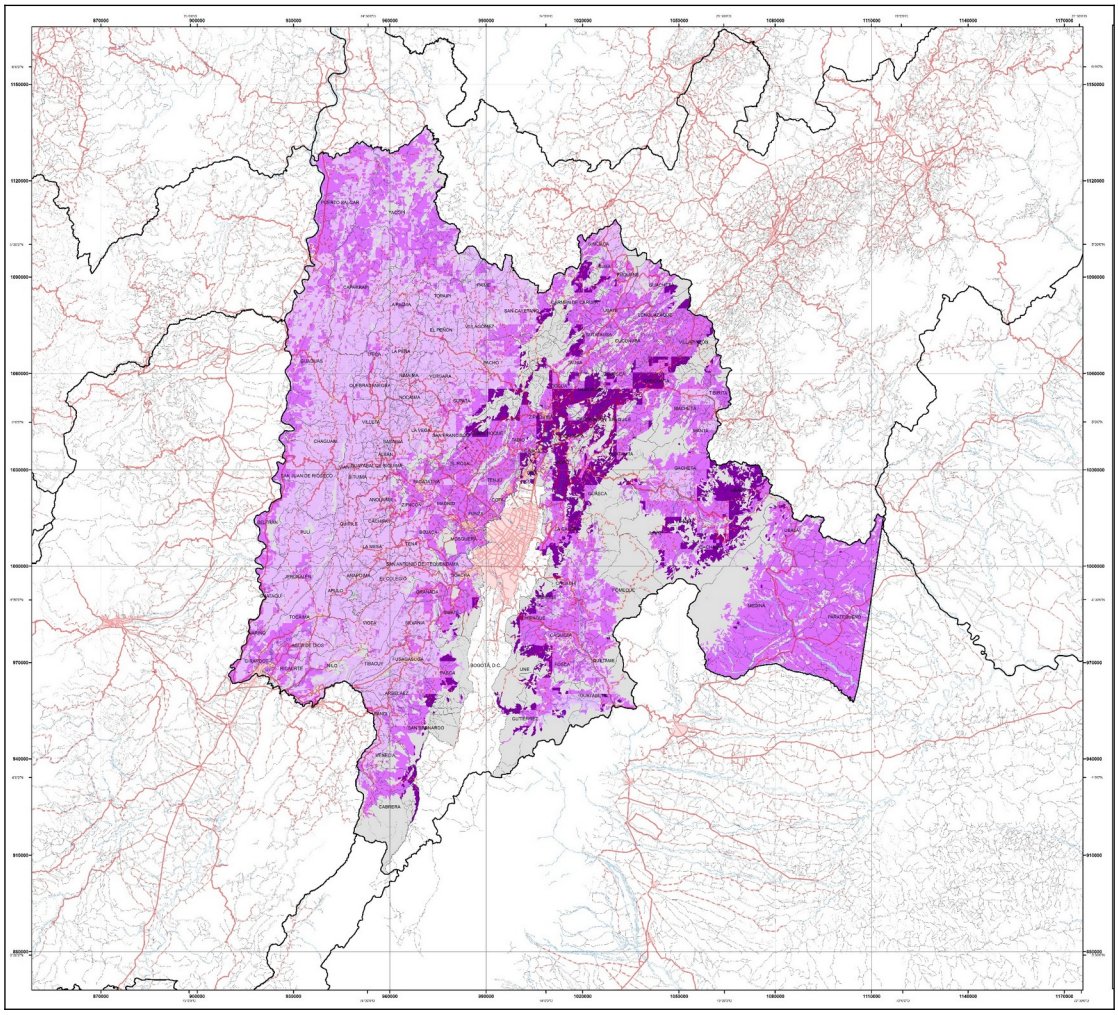
Este componente relaciona los criterios cambio de cobertura, integridad ecológica, apropiación de agua, variación del contenido estimado de carbono, susceptibilidad a riesgo de incendios de acuerdo a las categorías: A1, que considera las mejores condiciones para el cultivo; A2, con restricciones moderadas; A3, con restricciones fuertes, cuya aptitud es marginal, y N1, no apto.

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA



LEYENDA

Símbolo	Aptitud	Área (ha)	%
	ALTA	140.625,8	6,3
	MEDIA	746.209,1	33,4
	BAJA	755.054,9	33,8
	NO APTA	592.097,4	26,5

Fuente de datos

Cartografía base IGAC escala 1:100.000 año 2017; y cartografía temática IGAC Estudio General de Suelos del departamento de Cundinamarca escala 1:100.00 año 2000.

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

ISO 9001 icontec SC-CER228920
MINAGRICULTURA
GOBIERNO DE COLOMBIA

FUENTES DE INFORMACIÓN

Saaty, T. (1994). How to make a decision: the analytic hierarchy process. University of Pittsburgh. 1994

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

4. Plátano Dominico – Hartón

El cultivo de plátano está presente según el MADR (2017), en las provincias de: Rionegro, Gualiva, Bajo Magdalena, Magdalena centro, Tequendama, Alto Magdalena, Sumapaz, Guavio y Medina. De acuerdo con dicha información y comparando con las descripciones del estudio precedente para el ejercicio de Ordenación Social y Productiva iniciado por el departamento de Cundinamarca y la Corporación Colombia Internacional (CCI, 2016), referentes a la localización del cultivo en Cundinamarca, se realizó un cruce de la información de variables como área Sembrada y producción para la determinación de transectos y núcleos productivos que describieran de forma real el *Tipo de Uso de la Tierra (TUT)* por evaluar.

4.1. Definición del Tipo de Uso de la Tierra para plátano Dominico - Hartón

- **TUT evaluado:** «Cultivo de plátano dominico hartón (*Musa paradisiaca* ABB.) en Cundinamarca: sistema productivo tradicional asociado al café para mercado regional»

- **Sistema de cultivo:** la variedad más cultivada es dominico hartón, predominando plantaciones longevas de hasta 35 años, donde solo se renuevan las plantas que van muriendo, sobre todo debido a problemas fitosanitarios. El plátano en el departamento de Cundinamarca es un cultivo que se siembra principalmente en asocio con café, en barreras o de manera dispersa en los lotes, siendo un cultivo secundario que provee ingresos todo el año, enfocado a la soberanía alimentaria, por ello se denomina como *"billetera del pequeño productor".*

- **Orientación al mercado y rendimiento:** la comercialización del plátano se da mediante acuerdos informales entre productores, intermediarios mayoristas y minoristas, y comercializadores de las plazas de mercado. Es un mercado relativamente estable que depende de la oferta de la zona. Así mismo, se identifica entrada de plátano de municipios vecinos pertenecientes a los departamentos de Tolima y Meta.

- **Canales de comercialización:** de acuerdo con la información obtenida de productores, asistentes técnicos, comercializadores e informantes clave, en cada uno de los núcleos productivos, se identifica una red o canal de comercialización relativamente estable. Los precios varían según la disponibilidad del producto. Así mismo, hay factores endógenos y exógenos a la red, que determinan los volúmenes y calidad de plátano comercializado y en general su funcionamiento.

- Se identifican claramente cinco eslabones: ***proveedores de insumos y servicios, productores primarios, comercializadores, transformadores y consumidores finales***

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

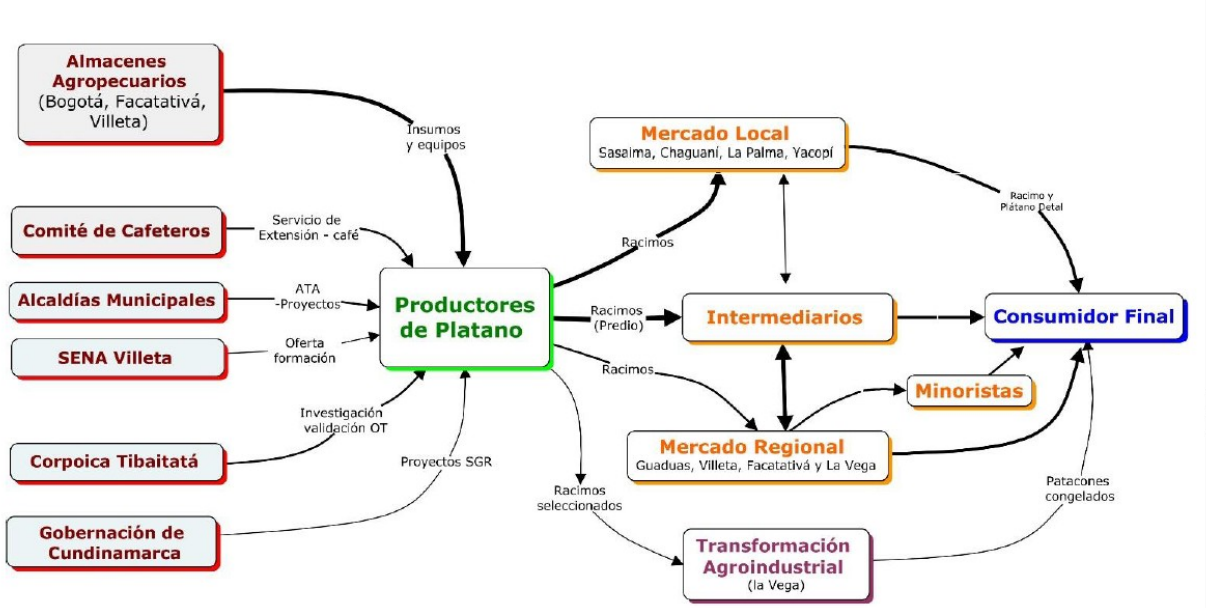


Figura Plátano Dominico – Hartón -48. Canal de comercialización de plátano dominico – hartón (Saccharum officinarum). Fuente: Elaboración propia, 2018.

- El primer eslabón ***(proveedores de insumos y servicios)*** se compone por actores públicos y privados, quienes proveen insumos agropecuarios, equipos y servicios a los productores de plátano, entre ellos están los almacenes agropecuarios de Bogotá y de municipios cercanos.

  Los prestadores de servicios son principalmente entidades como el Comité de Cafeteros que brinda servicio de extensión a los productores de café, quienes en su mayoría cuentan con plantas de plátano en barreras o dispersas en los cafetales; si bien es un servicio específico para café, inputs como información de créditos, mejoramiento de infraestructura, y manejo de suelos, son los que influyen en la mejora del sistema de plátano. Otros actores son las alcaldías municipales, quienes mediante diferentes figuras (Umata, Secretaria de Desarrollo Económico, o Secretaria de Desarrollo Rural) son los responsables de prestar el servicio de asistencia técnica; si bien este servicio no se identifica en todos los municipios como tal (disparidad en tamaño y calidad), es un actor clave al momento de desarrollar proyectos productivos en los municipios.

  El Sena sede Villeta, es referenciado en todos los municipios como un oferente permanente de cursos y capacitaciones dirigidas a productores agropecuarios en general, lo que impacta positivamente en el capital humano y técnico de los municipios. Finalmente se identifica a Corpoica (ahora Agrosavia) y la Gobernación

de Cundinamarca, por recientes proyectos de validación de tecnología en el sistema de plátano y caña, como es el caso del Corredor Tecnológico Agroindustrial.

- El eslabón de ***productores*** primarios se caracteriza por productores predominantemente pequeños, quienes en su mayoría tienen en el café su principal actividad agrícola, y en segundo o tercer orden, el cultivo de plátano, el cual les provee flujo de caja permanentemente durante el año. Indudablemente la tradición cafetera y el manejo agronómico que se da al café influye que haya mayor atención hacia el cultivo de plátano, dado de labores culturales a los lotes, el trazo a curvas como es la desyerba, de nivel y la fertilización, entre otras. Generalmente los productores de plátano no están organizados o asociados, salvo en La Vega en donde hay una asociación consolidada mediante diferentes proyectos, y en Chaguaní, en donde no hay una asociación como tal, pero si se identifica un proceso de organización informal, que determina el manejo y comercialización del plátano.

- Por su parte es eslabón de ***comercialización*** se compone por diferentes actores particulares que varían de acuerdo al tamaño (volumen comercializado) y ubicación en la región. La mayor parte de los productores venden el plátano a intermediarios que recogen la producción en cada uno de los predios, estos a su vez, comercializan el plátano en su mayoría en mercados regionales de los municipios vecinos y que cuentan con mayor demanda. Otra parte importante de los productores, sobre todo los pequeños que cuentan con menores volúmenes venden el plátano en los mercados locales durante los fines de semana, mientras que quienes tienen posibilidades de transportarlo a los mercados regionales, lo hacen, con lo cual mejoran el margen de utilidad. Cabe resaltar que la comercialización se hace en su totalidad en racimos, ya que no se hace desgaje o algún tipo de arreglo de la producción, así mismo, solo en el municipio de Chaguaní y en La Vega, se identificó la práctica de embolse. En el mercado de Guaduas, se pudo constatar el ingreso de plátano proveniente del municipio de Palocabildo (Tolima) el cual llega organizado en gajos y en bolsas plásticas transparentes. Es de anotar que, en todos los mercados regionales visitados, referenciaron la entrada de plátano procedente de los Llanos orientales a mano de comerciantes de Bogotá, el cual se da en algunas épocas del año (época de escasez principalmente) no obstante, aseguraron que no cuenta con buena aceptación en los municipios, debido a su gran tamaño, dureza y sabor (simple).

- Tan solo se identificó un actor ***transformador*** de plátano, el cual se ubica en el municipio de La Vega, y se encuentra procesando plátano procedente del municipio en patacones congelados y empacados al vacío para ser comercializado en Bogotá.

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

- Finalmente, como ***consumidores*** finales del plátano, se encuentran restaurantes, cafeterías y población general en todos los municipios del departamento, siendo mayor en los municipios productores. Se resalta, que, en las unidades productivas, según información de los productores, se destina una parte para el consumo familiar.

4.2. Ficha metodológica del Tipo de Uso de la Tierra para plátano Dominico - Hartón

JUSTIFICACIÓN

La construcción de la evaluación de tierras para el Tipo de Uso de la Tierra (TUT) asociado al cultivo al cultivo de plátano Dominico-Hartón se realizó teniendo en cuenta los tres componentes: físico, socioeconómico y socioecosistémico. Los criterios y el método para la compilación de estos tres componentes se definió por medio de un taller de trabajo técnico en el que participaron profesionales de UPRA, de la Gobernación de Cundinamarca y el equipo de AGROSAVIA responsable de este estudio.

El componente con mayor peso es el físico (71%) debido a que la oferta edáfica y climática es el que más condiciona el establecimiento del cultivo. El segundo componente que más calificación tiene es el socioeconómico (19%) debido a que en el TUT evaluado hay un mercado consolidado que garantiza una relativa estabilidad permitiendo una tradición productiva nada especial.

Por último, el componente socioecosistémico tiene un peso del 10% en la consolidación del TUT. Dentro de este componente, el criterio de integridad ecológica es el más relevante y se debe priorizar, debido a que en el departamento de Cundinamarca las áreas transformadas son extensas. Este componente excluye para el cultivo áreas naturales que tienen restricción legal.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Utilizando la evaluación multicriterio, proceso analítico jerárquico (AHP) (Saaty,1994), por medio de la cual se evalúa la importancia relativa de cada uno de los componentes entre sí, para poder priorizarlos y asignarles un peso.

Se procedió a consultar a los especialistas en el manejo del cultivo para diligenciar la matriz de comparación de componentes teniendo como base la escala de preferencia. Una vez hecha esta valoración se llevó esta información al taller de trabajo técnico en la que se procedió a

realizar una nueva calificación con los asistentes encontrando una alta coincidencia. A continuación se muestra la escala de la valoración (numérica y verbal) así como el resultado:

Escala Numérica	Escala verbal
1	Ambos criterios o elementos son de igual importancia
3	Débil o moderada importancia de uno sobre el otro
5	Importancia esencial o fuerte de un criterio sobre el otro
7	Importancia demostrada de un criterio sobre otro
9	Importancia absoluta de un criterio sobre el otro
2,4,6,8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores

	Componente biofísico	Componente Socioeconómico	Componente Socioecosistémico
Componente biofísico	1		
Componente Socioeconómico	1/7	1	
Componente Socioecosistémico	1/5	1/3	1

Luego por medio de la herramienta Priest® se procedió a ingresar estos datos y aplicando el método de priorización NCS (Normalise Column Sum) se obtuvieron los siguientes pesos para cada componente:

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

Pesos por cada componente	%
Componente biofísico	71
Componente Socioeconómico	19
Componente Socioecosistémico	10

A la aptitud A1 de cada uno de los componentes se le dio un valor de 3, A2 un valor de 2 y A3 un valor de 1 luego se multiplica por el respectivo peso y el resultado se reclasifica por intervalos iguales, para obtener finalmente el mapa del TUT con las 3 categorías analizadas, las áreas calificadas como N1 en cualquiera de los componentes, se mantuvieron con esta calificación.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN

El TUT relaciona los componentes físicos, socioeconómico y socioecosistémico de acuerdo a las categorías: A1, que considera las mejores condiciones para el cultivo; A2, con restricciones moderadas; A3, con restricciones fuertes, cuya aptitud es marginal, y N1, no apto.

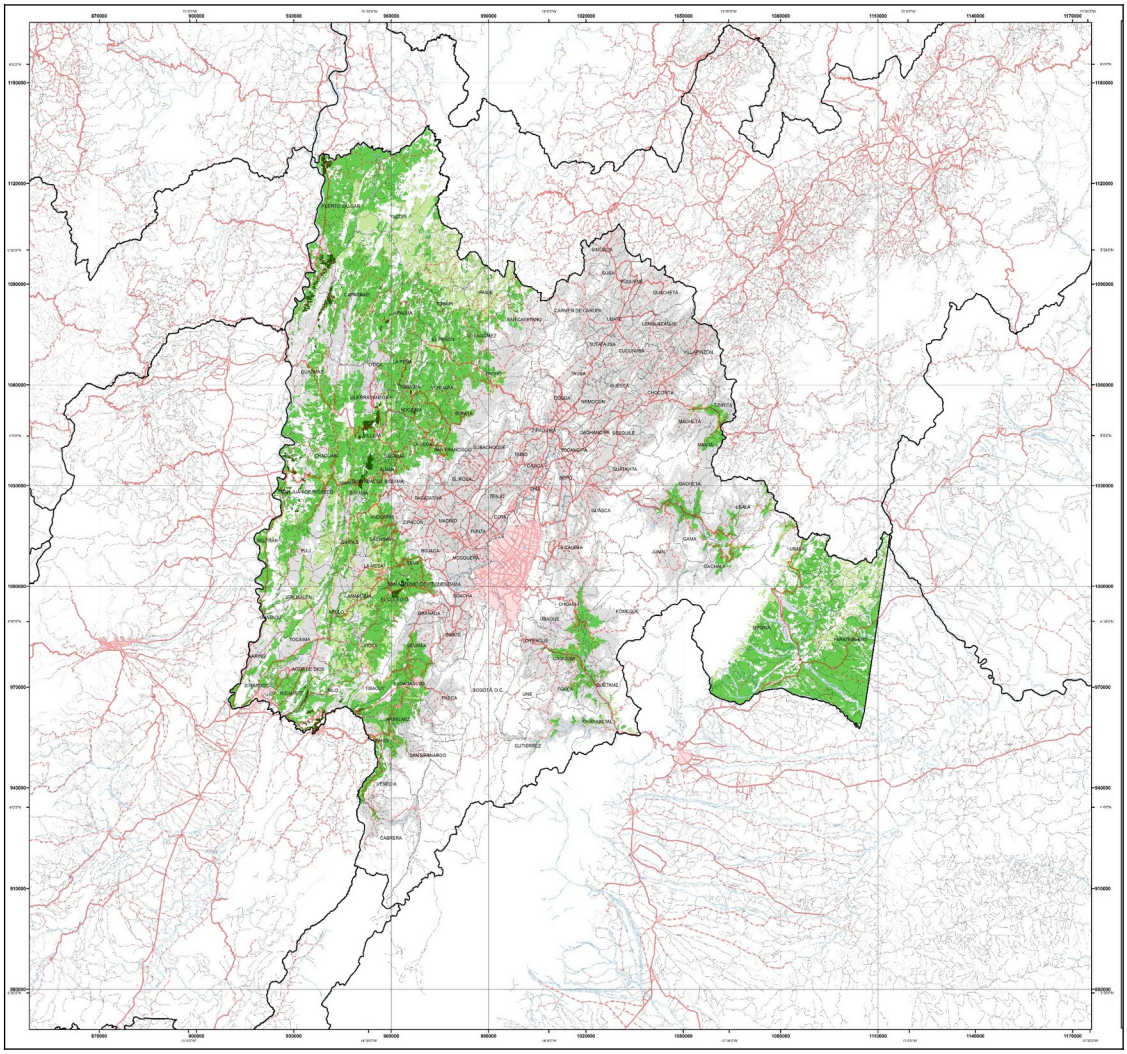
Se obtiene las áreas con las diferentes aptitudes a las que se les sustrae las áreas que no están dentro de la frontera agrícola definidas por UPRA (2018).

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria



LEYENDA

Aptitud para Plátano Dominico Hartón

Símbolo	Aptitud	Área (ha)	%
	ALTA	10.828,0	0,5
	MEDIA	566.189,8	25,4
	BAJA	144.490,0	6,5
	NO APTA	770.014,1	34,5

Fuente de datos

Cartografía base IGAC escala 1:100.000 año 2017; y cartografía temática IGAC Estudio General de Suelos del departamento de Cundinamarca escala 1:100.00 año 2000.

Sede Central

Km. 14, vía Bogotá - Mosquera

Tel: (+57 1) 422 7300

Línea nacional: 01 8000 121515

www.agrosavia.co

ISO 9001 icontec SC-CER228920

MINAGRICULTURA

GOBIERNO DE COLOMBIA

FUENTES DE INFORMACIÓN

Saaty, T. (1994). How to make a decision: the analytic hierarchy process. University of Pittsburgh.

4.3. Fichas metodológicas por componente del Tipo de Uso de la Tierra para plátano Dominico – Hartón

4.3.1. Componente físico

FICHA METODOLÓGICA DEL COMPONENTE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de plátano Dominico Hartón (*Musa paradisiaca* ABB.) en Cundinamarca: sistema productivo tradicional asociado al café para mercado regional.
CRITERIOS: CONDICIONES CLIMÁTICAS, CAPACIDAD DE LABOREO, CONDICIÓN DE ENRAIZAMIENTO, ESTRÉS HÍDRICO POR DÉFICIT, EXCESO HÍDRICO EN EL SUELO, DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES, TOXICIDAD POR ALUMINIO O SODIO, SUSCEPTIBILIDAD A PÉRDIDA DE SUELOS, RIESGO FITOSANITARIO.	

IMPORTANCIA

Las características físicas de la zona condicionan el establecimiento del cultivo de plátano Dominico-hartón, el cual requiere de una altitud y temperatura especifica puesto que no todos los pisos térmicos son favorables para el establecimiento del cultivo. Las características de suelos tales como profundidad y fertilidad influyen en el crecimiento de la planta; la presencia de plagas y enfermedades limitan la producción y la forma del terreno puede favorecer o dificultar las labores de siembra y cosecha para el productor.

JUSTIFICACIÓN

La condición climática es el criterio de mayor peso en el componente biofísico con una representatividad del 30% debido principalmente a que el clima condiciona el establecimiento del cultivo puesto que existen rangos de altitud y temperatura donde el plátano Dominico-hartón no prospera. El segundo criterio con mayor peso corresponde a la capacidad de laboreo con 16,6%. La zona donde actualmente se encuentra el cultivo en Cundinamarca presenta fuertes pendientes que en ocasiones dificulta las labores de siembra, mantenimiento y

cosecha. En tercer lugar, se encuentra la condición de enraizamiento con un 16,3%, debido principalmente a que el plátano puede presentar volcamiento al no encontrar una buena profundidad donde se pueda afianzar su anclaje al suelo. Tanto el estrés como el exceso hídrico puede afectar el crecimiento y la producción de la planta, siendo más importante en el departamento la condición de estrés debido a la presencia de fuertes y prolongados veranos en los cuales el plátano muestra sintomatología de estrés por este factor, por lo cual se le asignó un 9,6%, y al exceso un 7,4%, condición que se presenta en una menor frecuencia por la topografía de la zona. La toxicidad del suelo recibió un 6,4% la disponibilidad de nutrientes 5,5% y el riesgo fitosanitario 3,9% estos 3 criterios, aunque restringen el establecimiento del cultivo pueden ser manejados por el productor para mejorar la fertilidad y reducir la incidencia de plagas y enfermedades. Finalmente, se le asignó a la susceptibilidad a pérdida de suelos un 4,2% asociado a las condiciones del departamento, debido a que el laboreo en estas fuertes pendientes puede facilitar la pérdida de suelo.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Utilizando la evaluación multicriterio, proceso analítico jerárquico (AHP) desarrollado por Thomas L. Saaty, por medio de la cual se evalúa la importancia relativa de cada uno de los criterios entre sí, para poder priorizarlos y asignarles un peso, se procedió a reunir expertos en el cultivo de plátano para el diligenciamiento de la matriz de comparación de criterios teniendo como base la escala de preferencia (Saaty,1994).

Escala Numérica	Escala verbal
1	Ambos criterios o elementos son de igual importancia
3	Débil o moderada importancia de uno sobre el otro
5	Importancia esencial o fuerte de un criterio sobre el otro
7	Importancia demostrada de un criterio sobre otro
9	Importancia absoluta de un criterio sobre el otro
2,4,6,8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores

Como resultado de esta consulta con expertos se muestra a continuación la matriz de calificación.

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

	Condiciones Climáticas	Capacidad de Laboreo	Condición de enraizamiento	Estrés Hídrico por déficit	Exceso Hídrico en el suelo	Disponibilidad de Nutrientes	Toxicidad	Susceptibilidad a perdida de suelos	Riesgo Fitosanitario
Condiciones Climáticas	1								
Capacidad de Laboreo	1/5	1							
Condición de enraizamiento	1/5	1	1						
Estrés Hídrico por déficit	1/5	1/7	1/5	1					
Exceso Hídrico en el suelo	1/5	1/7	1/5	3	1				
Disponibilidad de Nutrientes	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1			
Toxicidad	1/7	1/3	1/7	1/5	1	5	1		
Susceptibilidad a perdida de suelos	1/7	1/7	1/7	1/3	1/7	5	1	1	
Riesgo Fitosanitario	1/3	1/3	1/3	1/3	1/7	1/7	1/5	3	1

Por medio de la herramienta priest se procedió a ingresar estos datos y aplicando el método de priorización NCS (Normalise Column Sum), y se obtuvieron los siguientes pesos para cada criterio.

Criterio	**%**
Condiciones Climáticas	30,1
Capacidad de Laboreo	16,6
Condiciones de enraizamiento	16,3
Exceso Hídrico	7,4
Estrés Hídrico	9,6
Disponibilidad de Nutrientes	5,5
Toxicidad	6,4
Susceptibilidad a perdida de suelos	4,2
Riesgo Fitosanitario	3,9

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

A la aptitud A1 de cada uno de los criterios se le dio un valor de 3, A2 un valor de 2 y A3 un valor de 1 luego se multiplica por el respectivo peso y el resultado se reclasifica por intervalos iguales, para obtener finalmente el mapa del componente biofísico con las 3 categorías analizadas, las áreas calificadas como N1 en cualquiera de los criterios, se mantuvieron con esta calificación.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN

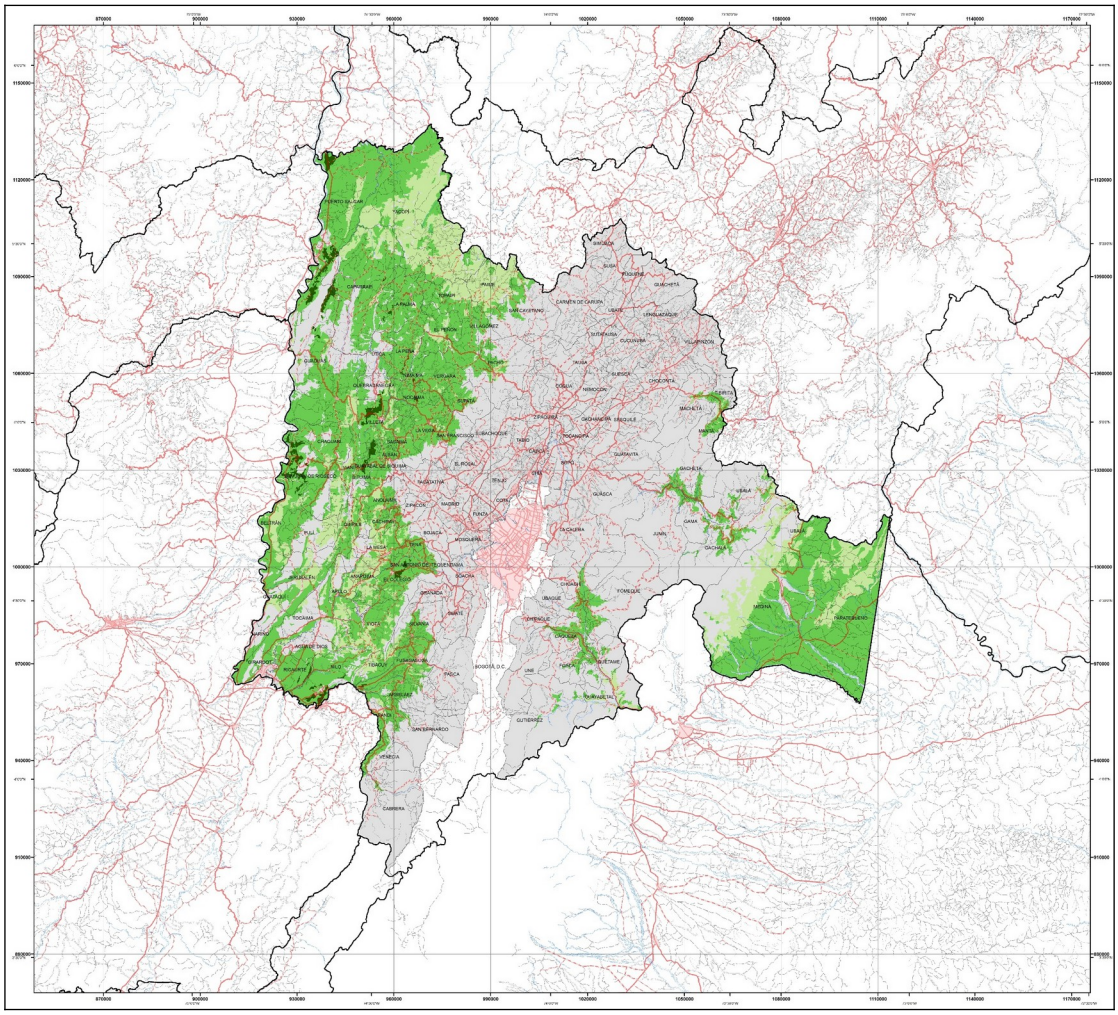
Este componente relaciona los criterios de condiciones climáticas, capacidad de laboreo, condición de enraizamiento, estrés hídrico por déficit, exceso hídrico en el suelo, disponibilidad de nutrientes, toxicidad por aluminio o sodio, susceptibilidad a perdida de suelos y riesgos fitosanitarios de acuerdo a las categorías: A1, que considera las mejores condiciones para el cultivo; A2, con restricciones moderadas; A3, con restricciones fuertes, cuya aptitud es marginal, y N1, no apto.

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA



LEYENDA

Símbolo	Aptitud	Área (ha)	%
	ALTA	14.796,6	0,7
	MEDIA	712.935,6	31,9
	BAJA	227.644,1	10,2
	NO APTA	1.276.338,3	57,2

Fuente de datos

Cartografía base IGAC escala 1:100.000 año 2017; y cartografía temática IGAC Estudio General de Suelos del departamento de Cundinamarca escala 1:100.00 año 2000.

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

ISO 9001 icontec SC-CER228920
MINAGRICULTURA
GOBIERNO DE COLOMBIA

FUENTES DE INFORMACIÓN

Saaty, T. (1994). How to make a decision: the analytic hierarchy process. University of Pittsburgh. 1994

4.3.2. Componente socioeconómico

FICHA METODOLÓGICA DEL COMPONENTE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de plátano Dominico Hartón (*Musa paradisiaca* ABB.) en Cundinamarca: sistema productivo tradicional asociado al café para mercado regional.
CRITERIOS: INDICADORES ECONÓMICOS, PRECIO DE LA TIERRA RURAL, TAMAÑO DE LA TIERRA RURAL, INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA, MERCADO LABORAL, SEGURIDAD CIUDADANA, INSTITUCIONALIDAD, CONDICIONES DE VIDA, TRADICIÓN PRODUCTIVA.	

IMPORTANCIA

Evaluar la dimensión social y económica de una actividad económica y en particular de un sistema productivo agropecuario, permite identificar elementos que pueden optimizar su desempeño y sostenibilidad en el tiempo, mediante procesos de toma de decisiones e internalización o externalización de factores que contribuyan al incremento de la productividad y competitividad del sistema, que se traduzcan a su vez en mayores ingresos y utilidades para los productores y sus familias.

Las características sociales de una unidad productiva, familia, grupo o comunidad, en este caso rural, constituyen el capital que posibilita y potencializa el proceso de apropiación del medio natural, en este caso mediante una actividad productiva agropecuaria. Por su parte la dimensión económica, permite valorar en términos monetarios los flujos del proceso de apropiación e intercambio de la producción derivada de un sistema agropecuario. El análisis integrado de estas dos dimensiones, dan cuenta de la generación y distribución de los beneficios e impactos provenientes de las actividades productivas agropecuarias.

JUSTIFICACIÓN

En el componente socioeconómico para el cultivo de plátano, se consideraron los criterios de mayor importancia los de mercado laboral, infraestructura y logística, y tradición productiva con porcentajes de 28,3%, 25,4%, y 15% respectivamente.

En el caso del mercado laboral, en la medida en que el plátano se siembra principalmente en asocio con cultivos como el café, el sistema es altamente demandante en este recurso, por lo cual, es sensible a una disminución o escasez de mano de obra. Si bien en la mayor parte de las unidades productivas se cuenta con mano de obra familiar o propia, esta no es suficiente, por lo cual es necesario contratar manejo de obra temporal (Bolaños, 2018). Lo anterior se evidenció en los transectos realizados, en los que mediante información de productores, se manifestó que actividades económicas como el turismo, la venta de servicios y la creciente migración rural – urbana, son factores que disminuyen la oferta de mano de obra y encarece el manejo técnico de los cultivos, lo cual se cierne como una amenaza sobre el futuro de la producción (Agrosavia, 2018).

La infraestructura, relacionada principalmente con aspectos de accesibilidad a mercados y centros de suministros, e infraestructura pública que facilita la producción y comercialización de esta, incide directamente en los costos de producción. Si bien el cultivo no es demandante en infraestructura privada o productiva en cada uno de los predios, requiere de una infraestructura pública básica para optimizar el desempeño de la cadena de valor del plátano identificada en el departamento, toda vez que la producción se concentra en zona relativamente de difícil acceso (Agrosavia, 2018). Así mismo, la falta de esta infraestructura favorece el alto grado de intermediación, y los altos costos transaccionales, en la medida en que la comercialización del plátano se da mediante acuerdos informales entre productores, intermediarios mayoristas y minoristas, y comercializadores de las plazas de mercado.

La tradición en el cultivo de plátano da cuenta del conocimiento del sistema productivo y de la estabilidad de la cadena de valor identificada. Se asumen como un factor positivo en el proceso productivo y en el cambio técnico, dado que es un capital social que permite mayor conocimiento y experiencia tanto en las actividades agropecuarias, como de un sistema en particular. En este caso, se asocia a la experiencia y tradición agrícola de los caficultores, en la medida que se comparte la misma zona agroecológica y unidades productivas como tal.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Utilizando la evaluación multicriterio, proceso analítico jerárquico (AHP) desarrollado por Thomas L. Saaty, por medio de la cual se evalúa la importancia relativa de cada uno de los criterios entre sí, para poder priorizarlos y asignarles un peso, se procedió a reunir expertos en temas socioeconómicos y en el cultivo de plátano para el diligenciamiento de la matriz de comparación de criterios teniendo como base la escala de preferencia (Saaty,1994).

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

Tabla 1. Escala para la comparación y puntuación.

Extremadamente preferido	Muy fuertemente preferido	Fuertemente preferido	Moderadamente menos preferido	Igualmente preferido	Moderadamente menos preferido	Fuertemente menos preferido	Muy fuertemente menos preferido	Extremadamente menos preferido
9	7	5	3	1	1/3	1/5	1/7	1/9

Así, cada escalar (valor) de la matriz, corresponde a la puntuación de la comparación por pares de criterios (la comparación se da fila contra columna), y se realiza hasta construir toda la matriz. Posteriormente, se crea una nueva matriz con los datos normalizados. Esta se construye, dividiendo cada valor de la matriz original, entre la suma de la columna a la que pertenece dicho valor. Finalmente, se calcula un promedio simple de los valores de cada fila, de la nueva matriz (normalizada); obteniendo así el valor de ponderación de cada criterio.
Como resultado de esta consulta con expertos se muestra a continuación la matriz de calificación.

Tabla 2. Matriz de calificación de los criterios socioeconómicos

	Pareo Criterios								
	IND ECO	PRE TIE	TAM TIP	INFR	MER LAB	SEG CIU	ASOCI	CON VID	TRA CUL
IND ECO	1,00	5,00	5,00	0,14	0,14	0,33	3,00	5,00	0,20
PRE TIE	0,20	1,00	3,00	0,14	0,11	0,33	3,00	3,00	0,33
TAM TIP	0,20	0,33	1,00	0,11	0,11	0,14	5,00	5,00	0,14
INFRA	7,00	7,00	9,00	1,00	1,00	5,00	7,00	7,00	3,00
MER LAB	7,00	9,00	9,00	1,00	1,00	5,00	7,00	7,00	5,00
SEG CIU	3,00	3,00	7,00	0,20	0,20	1,00	9,00	5,00	0,14
ASOCI	0,33	0,33	0,20	0,14	0,14	0,11	1,00	3,00	0,14
CON VID	0,20	0,33	0,20	0,14	0,14	0,20	0,33	1,00	0,33
TRA CUL	5,00	3,00	7,00	0,33	0,20	7,00	7,00	3,00	1,00
Suma columna	23,93	29,00	41,40	3,22	3,05	19,12	42,33	39,00	10,30

Tabla 3. Matriz normalizada de calificación de los criterios socioeconómicos

Matriz normalizada										
	IND ECO	PRE TIE	TAM TIP	INFR	MER LAB	SEG CIU	ASOC I	CON VID	TRA CUL	Vector ponderación
IND ECO	0,04	0,17	0,12	0,04	0,05	0,02	0,07	0,13	0,02	7,36
PRE TIE	0,01	0,03	0,07	0,04	0,04	0,02	0,07	0,08	0,03	4,37
TAM TIP	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,01	0,12	0,13	0,01	4,25
INFRA	0,29	0,24	0,22	0,31	0,33	0,26	0,17	0,18	0,29	25,42
MER LAB	0,29	0,31	0,22	0,31	0,33	0,26	0,17	0,18	0,49	28,34
SEG CIU	0,13	0,10	0,17	0,06	0,07	0,05	0,21	0,13	0,01	10,36
ASOCI	0,01	0,01	0,00	0,04	0,05	0,01	0,02	0,08	0,01	2,69
CON VID	0,01	0,01	0,00	0,04	0,05	0,01	0,01	0,03	0,03	2,14
TRA CUL	0,21	0,10	0,17	0,10	0,07	0,37	0,17	0,08	0,10	15,07

Por medio de la herramienta priest se procedió a ingresar estos datos y aplicando el método de priorización NCS (Normalise Column Sum), y se obtuvieron los siguientes pesos para cada criterio:

Tabla 3. Pesos por cada criterio socioeconómico.

Criterio	%
Mercado laboral	28,343
Infraestructura	25,419
Tradición productiva	15,068
Seguridad ciudadana	10,362
Indicadores económicos	7,357
Precio de la tierra rural	4,374
Tamaño de la tierra rural	4,251
Institucionalidad	2,685
Condiciones de vida	2,136

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

A la aptitud A1 de cada uno de los criterios se le dio un valor de 3, A2 un valor de 2 y A3 un valor de 1 luego se multiplica por el respectivo peso y el resultado se reclasifica por intervalos iguales, para obtener finalmente el mapa del componente socioeconómico con las 3 categorías analizadas, las áreas calificadas como N1 en cualquiera de los criterios, se mantuvieron con esta calificación.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN

Relaciona los criterios de indicadores económicos, precio de la tierra rural, tamaño de la tierra rural, infraestructura y logística, mercado laboral, seguridad ciudadana, institucionalidad, condiciones de vida, tradición productiva, de acuerdo con las siguientes categorías:

- A1: considera las mejores condiciones para el cultivo
- A2: con restricciones moderadas
- A3: restricciones fuertes que indican una aptitud es marginal
- N1:no apto.

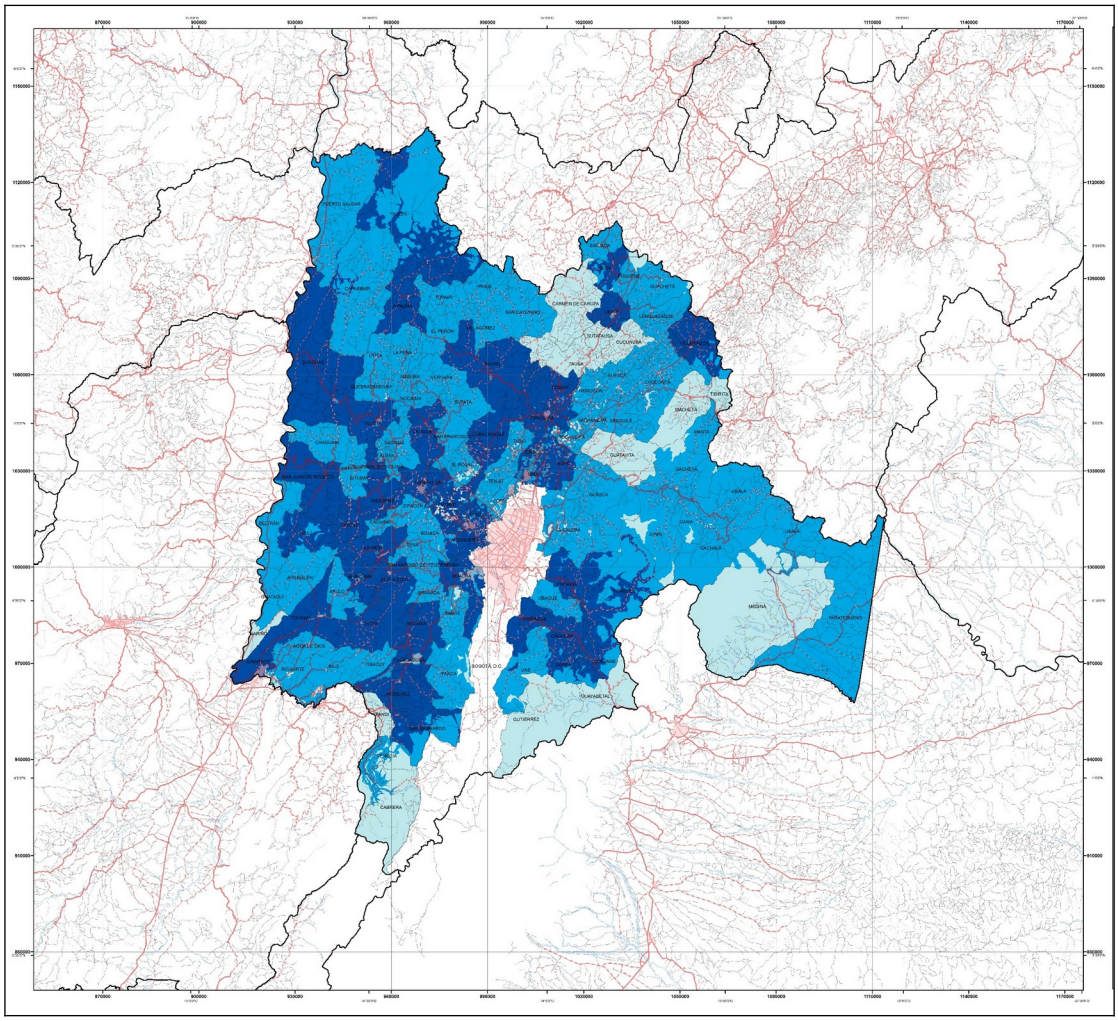
Este componente relaciona los criterios de indicadores económicos, precio de la tierra rural, tamaño de la tierra rural, infraestructura y logística, mercado laboral, seguridad ciudadana, institucionalidad, condiciones de vida, tradición productiva, de acuerdo con las categorías: A1, que considera las mejores condiciones para el cultivo; A2, con restricciones moderadas; A3, con restricciones fuertes, cuya aptitud es marginal, y N1, no apto.

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

REPRESENTACIÓN GRÁFICA COMPONENTE



LEYENDA

Símbolo	Aptitud	Area (ha)	%
	ALTA	698.922,7	31,2
	MEDIA	1.154.104,4	51,6
	BAJA	383.713,2	17,2

Fuente de datos

Cartografía base IGAC escala 1:100.000 año 2017; y cartografía temática IGAC Estudio General de Suelos del departamento de Cundinamarca escala 1:100.00 año 2000.

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

ISO 9001 icontec SC-CER228920
MINAGRICULTURA
GOBIERNO DE COLOMBIA

FUENTES DE INFORMACIÓN

Saaty, T. (19949. How to make a decision: the analytic hierarchy process. University of Pittsburgh.

Bolaños Et al (2018). Investigación Participativa sobre Plátano en el Departamento de Cundinamarca (Resultados de validación de opciones tecnológicas). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.

AGROSAVIA. (2018). Reporte de transecto de plátano. Convenio Gobernación de Cundinamarca – AGROSAVIA.

4.3.3. Componente socioecosistémico

FICHA METODOLÓGICA DEL COMPONENTE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de plátano Dominico Hartón (*Musa paradisiaca* ABB.) en Cundinamarca: sistema productivo tradicional asociado al café para mercado regional.
CRITERIOS: CAMBIO DE COBERTURA, INTEGRIDAD ECOLÓGICA, APROPIACIÓN DE AGUA, VARIACIÓN DEL CONTENIDO ESTIMADO DE CARBONO, SUSCEPTIBILIDAD A RIESGO DE INCENDIOS.	

IMPORTANCIA

Las características socioecosistémicas de la zona condicionan el establecimiento del cultivo de plátano Dominico-Hartón desde la visión de conservación de la biodiversidad y servicios ecosistémicos. El departamento de Cundinamarca presenta un alto porcentaje de coberturas transformadas con presencia de algunos parches de cobertura natural, además de contar con especies animales y vegetales endémicas y aves en categorías vulnerables y en peligro de extinción, por lo cual la conservación de estas zonas naturales y áreas estratégicas de especies sensibles es importante, desde este punto de vista, el enfoque ecosistémico se basa en el uso sostenible de los bienes y servicios de los ecosistemas y el mantenimiento de la integridad ecológica a fin de conservar el bienestar humano (UPRA, 2014). Áreas con aptitud alta se asocia a zonas donde el establecimiento del cultivo de plátano Dominico-Hartón genera un menor impacto en los bienes y servicios que proveen los ecosistemas o contribuye a mejorarlos.

JUSTIFICACIÓN

La integridad ecológica es el criterio de mayor importancia con 47%, seguido de la apropiación del agua (24.5%), variación del contenido estimado de carbono (13.9%), cambio de cobertura (9.3%) y susceptibilidad a incendios (5.3%). La integridad ecológica se enfoca en la protección de la diversidad biológica y procesos naturales que sustentan la vida a fin de evitar el deterioro del territorio, involucra la conectividad estructural de coberturas naturales, índice de naturalidad y áreas de concentración de especies sensibles, es decir este criterio enmarca la biodiversidad y las áreas naturales y es importante para el departamento la conservación de estas zonas tan deterioradas puesto que el 63% de Cundinamarca se encuentra coberturas transformadas asociadas a la frontera agrícola. La apropiación del agua se enfoca en la sostenibilidad hídrica del territorio frente al cultivo que se va a establecer, por lo cual es de importancia garantizar la disponibilidad de agua en el departamento, teniendo en cuenta la extensión agrícola que presenta. La dinámica de captura y emisión de carbono es esencial para la toma de decisiones a fin de evitar un aumento en la emisión de gases de efecto invernadero por lo cual se busca mantener sostenibilidad ambiental asociada al almacenamiento de carbono. El criterio de cambio de cobertura es el único del componente que presenta exclusiones asociadas a las zonas naturales y artificiales, dichas exclusiones se mantienen en la conformación del componente, por lo cual, aun cuando es de importancia la aptitud del territorio asociada al cambio de cobertura producido por el establecimiento del cultivo de plátano Dominico-Hartón, esta aptitud se determina sobre la frontera agrícola.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Utilizando la evaluación multicriterio, proceso analítico jerárquico (AHP) desarrollado por Thomas L. Saaty, por medio de la cual se evalúa la importancia relativa de cada uno de los criterios entre sí, para poder priorizarlos y asignarles un peso, se procedió a reunir expertos en el cultivo de plátano para el diligenciamiento de la matriz de comparación de criterios teniendo como base la escala de preferencia (Saaty,1994).

Escala Numérica	Escala verbal
1	Ambos criterios o elementos son de igual importancia
3	Débil o moderada importancia de uno sobre el otro
5	Importancia esencial o fuerte de un criterio sobre el otro
7	Importancia demostrada de un criterio sobre otro
9	Importancia absoluta de un criterio sobre el otro
2,4,6,8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores

Como resultado de esta consulta con expertos se muestra a continuación la matriz de calificación.

	Cambio de cobertura	Integridad ecológica	Apropiación de agua	Variación contenido estimado de carbono	Susceptibilidad riesgo a incendios
Cambio de Cobertura	1				
Integridad ecológica	5	1			
Apropiación de agua	3	1/3	1		
Variación contenido estimado de carbono	3	1/5	1/3	1	
Susceptibilidad riesgo a incendios	1/3	1/5	1/5	1/3	1

Por medio de la herramienta priest se procedió a ingresar estos datos y aplicando el método de priorización NCS (Normalise Column Sum), y se obtuvieron los siguientes pesos para cada criterio.

Criterio	%
Integridad ecológica	47
Apropiación de agua	24,5
Variación contenido estimado de carbono	13,9
Cambio de cobertura	9,3
Susceptibilidad riesgo a incendios	5,3

A la aptitud A1 de cada uno de los criterios se le dio un valor de 3, A2 un valor de 2 y A3 un valor de 1 luego se multiplica por el respectivo peso y el resultado se reclasifica por intervalos iguales, para obtener finalmente el mapa del componente socioecosistémico con las 3 categorías analizadas, las áreas calificadas como N1 en cualquiera de los criterios, se mantuvieron con esta calificación.

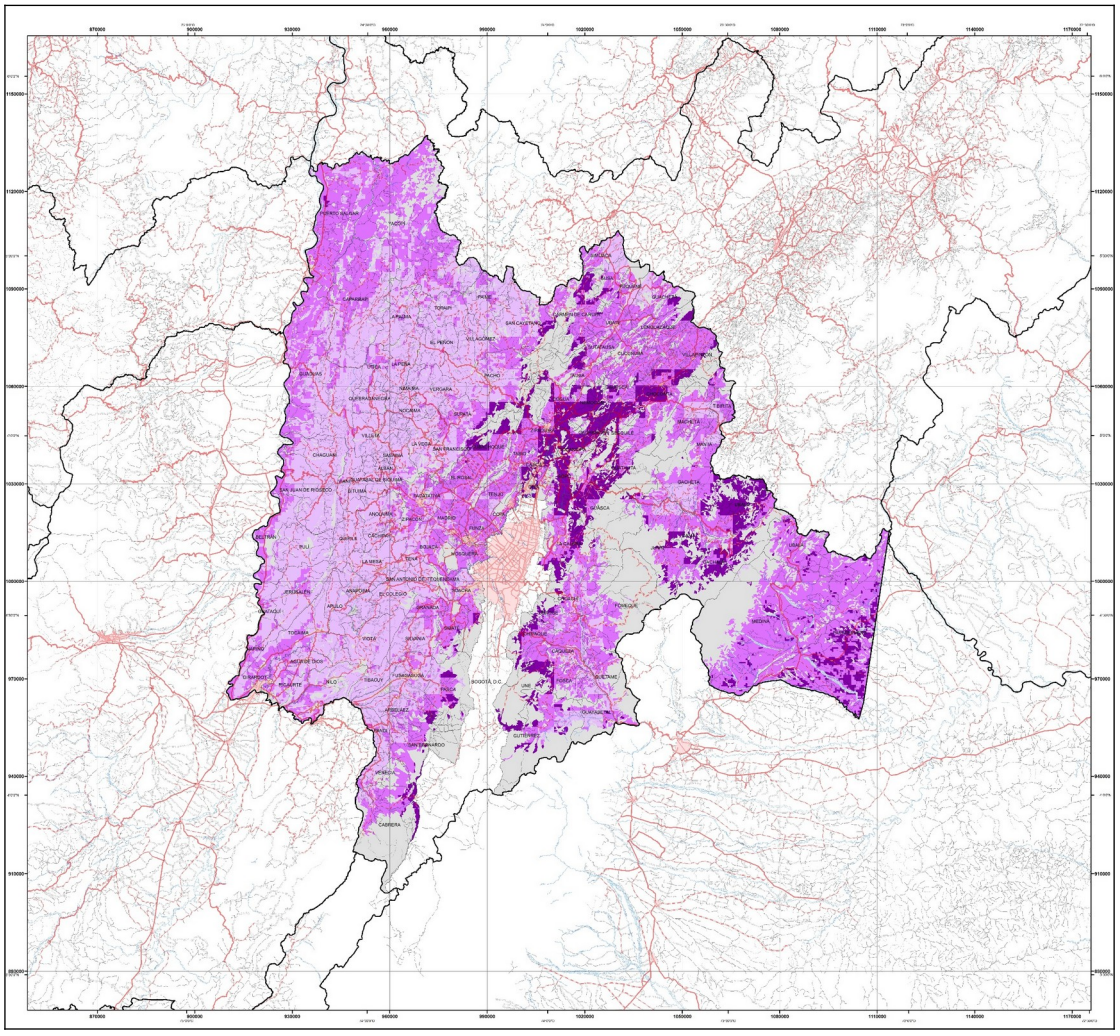
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN

Este componente relaciona los criterios cambio de cobertura, integridad ecológica, apropiación de agua, variación del contenido estimado de carbono, susceptibilidad a riesgo de incendios de acuerdo a las categorías: A1, que considera las mejores condiciones para el cultivo; A2, con restricciones moderadas; A3, con restricciones fuertes, cuya aptitud es marginal, y N1, no apto.

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

REPRESENTACIÓN GRÁFICA COMPONENTE



LEYENDA

Símbolo	Aptitud	Área (ha)	%
	ALTA	160.893,8	7,2
	MEDIA	770.370,8	34,5
	BAJA	710.299,5	31,8
	NO APTA	592.421,7	26,5

Fuente de datos

Cartografía base IGAC escala 1:100.000 año 2017; y cartografía temática IGAC Estudio General de Suelos del departamento de Cundinamarca escala 1:100.00 año 2000.

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

ISO 9001 icontec SC-CER228920
MINAGRICULTURA
GOBIERNO DE COLOMBIA

FUENTES DE INFORMACIÓN

Saaty, T. (1994). How to make a decision: the analytic hierarchy process. University of Pittsburgh.

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

5. Validación de los Tipos de Uso de la Tierra

5.1. Foro: Evaluación de tierras y su importancia en el ordenamiento productivo de Cundinamarca"

Nombre del evento	**"Evaluación de tierras y su importancia en el ordenamiento productivo de Cundinamarca"**
Actividad realizada	**Foro**
Fecha de realización:	Lunes 9 de Julio de 2018
Lugar de realización	Salón Antonio Nariño
Horario programado:	4 horas de realización
Responsable Agrosavia	- Katia Contreras Valencia-profesional de apoyo - Juan Carlos Martínez-Líder técnico
Colaboradores	• Rainer Abueta-Supervisor Gobernación de Cundinamarca • Maria del Mar Galvis-Profesional de transferencia de tecnología. • Daniel Gonzalez-Profesional de comunicaciones.

- **Objetivo general:**

Abrir un espacio de deliberación con los actores el SNIA sobre el ordenamiento productivo del departamento de Cundinamarca, a partir del insumo: Evaluación de tierras (ET) de tres TUT: plátano dominico hartón, caña panelera, fríjol rojo.

- **Público objetivo**

Número estimado de participantes: 50 a 60.

- Representante de los Secretarías de Agricultura y de Planeación Municipales del departamento de Cundinamarca o quién haga sus veces.

- Gobernación de Cundinamarca.
- Entidades adscritas al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural-MADR.
- Actores del SNIA del departamento de Cundinamarca.
- Medios periodísticos.
- Otros actores que trabajen temas relacionados con el desarrollo productivo del departamento de Cundinamarca.

- **Materiales y/o recursos**
  - Los siguientes pendones deben estar exhibidos: Gobernación de Cundinamarca, Centro de Investigación Tibaitatá – Agrosavia.
  - Orden del día impresa.
  - Escarapelas
  - Skyline.

- **Agenda**

HORA	TEMA	RESPONSABLE
8:00 a 8:30	Inscripción	Profesional CIRCO
8:30 a 9:15	Metodología de evaluación de tierras	Felipe Fonseca Director UPRA
9:15 a 10:15	Presentación sobre los resultados y elementos innovadores de la metodología	Juan Carlos Martínez Investigador Ph.D. AGROSAVIA
10:15 a 10:45	Presentación de La Gobernación de Cundinamarca	Jorge Emilio Rey Gobernador de Cundinamarca
Refrigerio 10:50 a 11:10		
11:15 a 12:10	Conversatorio “Insumos para mejorar el análisis regional productivo”	Panelistas: Erika Elizabeth Sabogal Castro-Secretaria de agricultura y desarrollo

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

	Moderador: Carlos Eduardo Ospina. Investigador Máster AGROSAVIA	rural/Gobernación de Cundinamarca. Juan Carlos Martínez Medrano. Investigador Ph.D. AGROSAVIA. Felipe Fonseca Director UPRA

- **Descripción metodológica**

La apertura del evento estuvo a cargo por parte del director Felipe Fonseca de la Unidad Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), en el cual se explicó los avances que ha realizado la unidad en pro de tener mejores herramientas para el ordenamiento productivo del país en el ámbito agropecuario.



Figura B - 1. (a). Felipe Fonseca, director de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) explicando la metodología de evaluación de tierras. (b). Juan Carlos Martínez Medrano, investigador Ph.D. y líder técnico por parte de AGROSAVIA, explicando las innovaciones de la metodología para Cundinamarca. Fuente: AGROSAVIA, 2018.

Luego de las intervenciones de cada una de las partes, UPRA, Gobernación de Cundinamarca y AGROSAVIA, los participantes pasaron a un refrigerio para posteriormente iniciar el conversatorio. Luego en este espacio de dialogo, cada panelista desde su área discutió sobre la importancia sobre los insumos que tiene y que necesita el sector agricultura para mejorar los análisis desde diferentes escalas, nacional, regional y local, desde los componentes de la metodología, biofísico, socioeconómico y socio-ecosistémico.



Figura B - 2. Conversatorio sobre insumos para mejorar el análisis regional productivo. Fuente: AGROSAVIA, 2018.

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co



Figura B - 3. Cierre del evento con los participantes. Fuente: AGROSAVIA, 2018.

5.2. Taller: validación de la información cartográfica de la evaluación de tierras para el TUT de fríjol voluble

Nombre del evento	Taller de validación de la información cartográfica de la evaluación de tierras del TUT de caña fríjol
Actividad realizada	Taller con técnica de grupo focal
Fecha de realización:	23 y 25 de mayo
Lugar(es) de realización:	Cabrera y Gutierrez
Horario programado:	3 horas de realización
Responsable Agrosavia	- Carlos Eduardo Ospina, Investigador Máster - Jhon Eder Montero, Profesional de apoyo. - Fabio Martínez, Investigador Máster.

Colaboradores	- Maria del Mar Galvis-Profesional de Transferencia de Tecnología. - Katia Contreras Valencia, Profesional de apoyo

- **Objetivo general**

Complementar el ejercicio de evaluación de tierras del T.U.T. de fríjol mediante un ejercicio de participación con actores claves.

- **Objetivos específicos**

  - Validar con actores locales las salidas cartográficas del componente biofísico, socioeconómico y socio-ecosistémico con el fin de legitimar la información generada.
  - Identificar insumos para el manual de interpretación con actores encargados de la gestión productiva del municipio.

- **Agenda**

Tiempo	Actividad	Responsable
8:00 a 8:30	Registro de inscripciones	Comunicaciones
8:30 a 9:00	Introducción: Importancia del ordenamiento productivo de Cundinamarca"	Facilitador
9:00 a 10:45	Trabajo en subgrupos de trabajo	Facilitador
10:45 a 11:15	Conclusiones	Facilitador

- **Descripción metodológica**

Teniendo en cuenta la guía de transferencia de tecnología de AGROSAVIA, se planteó la actividad tipo taller con el fin de gestionar los recursos administrativos. Pero fue necesario adaptar la metodología de taller con la técnica de grupo focal debido a los dos objetivos específicos planteados. El primero de legitimar la información de las salidas cartográficas con productores claves y el segundo, identificar insumos que complementaran el manual de interpretación del proyecto.

La actividad inició explicando el objetivo del encuentro, detallando que es AGROSAVIA, UPRA, el rol de cada una de las entidades y que significa el trabajo en conjunto con la Gobernación de Cundinamarca para el ordenamiento productivo mediante la evaluación de tierras.

Para el caso del municipio de Gutierrez y Cabrera, se trabajó con el grupo focal de productores.

Luego de colocar en contexto los participantes, por cada grupo focal se trabajó así:

- **Grupo focal de productores**

Pregunta de transición

Pregunta de apertura o introductoria
¿Ustedes consideran que las condiciones de clima, suelo, riesgos fitosanitarios, sociales, económicas y ambientales son importantes para apoyar procesos que ayuden a ordenar el territorio en la producción de caña panelera? ¿Cuáles considera que son los más relevantes?

Este ejercicio se realizó para los componentes biofísicos y socioeconómico.

Con esta pregunta se comparó con las ponderaciones que les dieron los expertos a los criterios en las juntas agronómicas.

- **Grupo focal de planeadores**

Pregunta de apertura o introductoria
¿Ustedes consideran que las condiciones de clima, suelo, riesgos fitosanitarios, sociales, económicas y ambientales son importantes para apoyar procesos que ayuden a ordenar el territorio en la producción de caña panelera? ¿Cuáles considera que son los más relevantes?

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

Pregunta transitoria
Usted está formulando un proyecto con recursos de regalías para establecer, aumentar y mejorar la producción de plátano en su municipio. Considera que la información de los mapas que le estamos entregando es pertinente para la formulación del proyecto.

Pregunta central
A. El facilitador explica detalladamente como se generaron los mapas en función de los conceptos: TUT, componente, criterio, variable. **B.** Se entregará un paquete con los mapas de los componentes y otro juego donde se muestra los criterios con sus respectivas variables. **C.** Dependiendo del número de personas con el perfil del segundo grupo focal se puede subdividir en grupos más pequeños. **D.** ¿De qué forma NO le gustaría encontrar la información que defina los conceptos de TUT, componente, criterio y variable? ¿o cómo no le gustaría leerlos? **E.** ¿Cómo NO le gustaría encontrar los mapas por cada ítem: componente, criterio y variable?

- **Resultados y/o elementos a destacar**

A continuación, se mencionan los aspectos más relevantes y conclusiones de los criterios socioeconómicos más discutidos.

GUTIERREZ Y CABRERA

Exceso hídrico en el suelo, condiciones climáticas y estrés hídrico por sequía. Se discutieron y se revisaron los mapas de los criterios de forma conjunta. Los productores mencionaron que condiciones de encharcamiento limitan la productividad. Con respecto a condiciones de sequía cuando se presenta condiciones secas, si el cultivo ya pasó el llenado de grano, la productividad no se afecta. No se implementa de forma generalizada sistemas de riego para el cultivo de fríjol debido a que está en función del régimen de lluvias.

Condiciones de enraizamiento y capacidad de laboreo. Los suelos del municipio los productores consideran que si es pedregroso, no lo califican como limitante para el desarrollo del cultivo de fríjol, por el contrario lo favorece y evita condiciones de encharcamiento. Se menciono que el suelo es muy pedregroso,

Toxicidad. Consideran que no es relevante.

A continuación, se mencionan los aspectos más relevantes y conclusiones de los criterios socioeconómicos más discutidos.

Infraestructura y logística. En el conjunto de variables de este criterio, consideran que la más limitante es llegar a los centros de comercialización debido a que mayor distancia y por el

deterioro de las vías secundarias a las veredas representa mayores costos para sacar la producción de fríjol. Consideran que la aptitud si está entre media y baja, tal como lo muestra la zonificación. Mencionan que hay veredas que tardan más de 7 horas para llegar por ejemplo a la central de abastos.

Mercado laboral. Los productores mencionan que entre un 40 a 60% de los jóvenes que terminan sus estudios de secundaria se quedan en el municipio trabajando y la mayoría se incorporan a labores del cultivo. Consideran que este porcentaje está disminuyendo y en ciertas temporadas es escasa la mano de obra.

Institucionalidad. Mencionan que existe poca presencia de instituciones nacionales y regionales que los apoyen en temas técnicos al cultivo. En el caso de CORPOICA, no es frecuente su presencia, aunque mencionaron que conocían algunos investigadores. Mencionaron presencia de FAO pero destacan “llegan proyectos y no quedan realmente”, “la institución viene pero igual se va y no hay cambios”.

Indicadores económicos. En este criterio los productores destacaron la variable de créditos otorgados. En esta mencionaron que la línea de crédito Finagro es muy difícil de acceder por el tema del título de propiedad, así que sienten que ha disminuido el número de créditos en el municipio. Considero que los trámites son muy largos y ellos prefieren acceder a créditos de libre inversión con bancos como BANCOLOMBIA, el cual no tiene una oficina o sucursal, pero todos los domingos hacen presencia en la plaza principal y es más fácil acceder a ellos.

5.3. Taller: validación de la información cartográfica de la evaluación de tierras para el TUT de caña panelera

Nombre del evento	Taller de validación de la información cartográfica de la evaluación de tierras del TUT de caña panelera
Actividad realizada	Taller con técnica de grupo focal
Fecha de realización:	16 y 17 de mayo
Lugar de realización	La Peña, Nocaima, Útica
Horario programado:	3 horas de realización

Responsable Corpoica	- Katia Contreras Valencia, Profesional de apoyo - Carlos Eduardo Ospina, Investigador Máster
Colaboradores	- Maria del Mar Galvis-Profesional de Transferencia de Tecnología.

- **Objetivo general**

Complementar el ejercicio de evaluación de tierras del TUT de caña panelera mediante un ejercicio de participación con actores claves.

- **Objetivos específicos**

  - Validar con actores locales las salidas cartográficas del componente biofísico, socioeconómico y socio-ecosistémico con el fin de legitimar la información generada.

  - Identificar insumos para el manual de interpretación con actores encargados de la gestión productiva del municipio.

- **Agenda**

Tiempo	Actividad	Responsable
8:00 a 8:30	Registro de inscripciones	Comunicaciones
8:30 a 9:00	Introducción: Importancia del ordenamiento productivo de Cundinamarca”	Facilitador
9:00 a 10:45	Trabajo en subgrupos de trabajo	Facilitador
10:45 a 11:15	Conclusiones	Facilitador

- **Descripción metodológica**

Teniendo en cuenta la guía de transferencia de tecnología de AGROSAVIA, se planteó la actividad tipo taller con el fin de gestionar los recursos administrativos. Pero fue necesario adaptar la metodología de taller con la técnica de grupo focal debido a los dos objetivos específicos planteados. El primero de legitimar la información de las salidas cartográficas con productores claves y el segundo, de identificar insumos que complementaran el manual de interpretación del proyecto.

La actividad inició explicando el objetivo del encuentro, detallando que es AGROSAVIA, UPRA, el rol de cada una de las entidades y que significa el trabajo en conjunto con la Gobernación de Cundinamarca para el ordenamiento productivo mediante la evaluación de tierras.

Para el caso del municipio de La Peña se trabajó con el grupo focal de productores, en Nocaima se trabajó con los dos grupos focales, productores y planeadores, y Útica se trabajó con el grupo de los planeadores.

Luego de colocar en contexto los participantes, pro cada grupo focal se trabajó así:

- **Grupo focal de productores**

Pregunta de apertura o introductoria
¿Ustedes consideran que las condiciones de clima, suelo, riesgos fitosanitarios, sociales, económicas y ambientales son importantes para apoyar procesos que ayuden a ordenar el territorio en la producción de caña panelera? ¿Cuáles considera que son los más relevantes?

Pregunta de transición
Pregunta de apertura o introductoria
¿Ustedes consideran que las condiciones de clima, suelo, riesgos fitosanitarios, sociales, económicas y ambientales son importantes para apoyar procesos que ayuden a ordenar el territorio en la producción de caña panelera? ¿Cuáles considera que son los más relevantes?
como se realizo en función de las variables.
Pregunta transitoria
Usted está formulando un proyecto con recursos de regalías para establecer, aumentar y mejorar la producción de plátano en su municipio. Considera que la información de los mapas que le estamos entregando es pertinente para la formulación del proyecto.

- **Grupo focal de planeadores**

- **Resultados de verificación**

ÚTICA

Conclusiones. Aunque el grupo focal de planificación solo tenía el objetivo de identificar insumos para el manual de interpretación se logró también trabajar con ellos la legitimación de las salidas cartográficas. Se reconoce válido el ejercicio con este grupo, teniendo en cuenta que son actores claves del municipio y han trabajado previamente en proyectos como corredor tecnológico y MAPA en donde caña también fue un sistema definido a trabajar.

El grupo focal de los planificadores el cual se caracterizó por tener una relación estrecha con los servicios de asistencia técnica agropecuaria (ATA), determinaron que los dos aspectos más limitantes (en función de los criterios biofísicos) para ordenar el cultivo de caña en el municipio son las condiciones de suelo y la disponibilidad de agua. Con respecto a la primera, el manejo y la calidad de los suelos es un requerimiento constante de los productores y actualmente desde la ATA se trabaja en mejorar la nutrición del suelo mediante la incorporación de abonos orgánicos y la segunda, mencionaron que hay veredas que son "muy secas", tienen mucha filtración, el suelo no retiene la humedad al presentarse precipitaciones no tienen manejo para el riego por tanto no se recolecta el agua de la forma adecuada y no se aprovecha.

Otro aspecto relacionado más a la planeación es … *"se han intervenido zonas donde no es apto para el cultivo, donde no debería estar el cultivo de caña… las pendientes son bastantes altas y ahí es donde se han presentado los problemas. Los productores nuevos que están llegando están interviniendo zonas de reserva y de alta pendiente, y eso ha permitido que los deslizamientos sean más frecuentes"* menciona el señor Henry Mahecha.

También mencionaron, aunque Útica tiene áreas de siembra considerables hay que reconocer que los indicadores de productividad con respecto a Santander son bajos y que, si hay una relación entre productividad y la variable de saturación de aluminio, la cual, el mapa muestra zonas de baja aptitud, pero hay áreas sembradas.

Dentro de las ventajas desde los criterios socioeconómicos mencionaron que el cultivo de caña de Útica no requiere de productos químicos y el manejo es más por abonos orgánicos lo que ha

permitido generar productos finales certificados como orgánicos, las cuales ha sido impulsado y se ha visto como una oportunidad para ofertar productos derivados de la panela, como es la panela pulverizada orgánica.

A continuación, se mencionan los aspectos más relevantes y conclusiones de los criterios biofísicos más discutidos.

Susceptibilidad a perdida de suelo. En cuanto a este criterio, las *variables erosión y pendientes fueron las más discutidas por el grupo focal*. Los ATA mencionan que esto puede deberse a que por un lado baja el rio y por el otro la quebrada Negra, siendo estas zonas de constante deslizamientos y que actualmente en esas zonas donde hay cultivo, pero debido a un alto manejo del suelo, especialmente de drenaje y de siembra de especies como el guácimo, especies maderables y leguminosas que permiten mejorar la calidad del suelo y evitar la erosión.

Por lo anterior, se les explica que se va a revisar la categorización del criterio, entendiendo que aunque sean tierras con un nivel alto o severo de erosión, el manejo realizado por los agricultores, hace que el suelo tienda a recuperar su estructura, permitiendo el desarrollo del cultivo de la caña.

Condiciones climáticas. El grupo focal estuvo de acuerdo con el mapa de este criterio mencionando las veredas en donde se relacionan con las categorías de la aptitud. En este criterio, la variable con mayores comentarios fue la precipitación debido a la percepción que tienen los participantes sobre la cantidad de lluvias y en función de las dos estaciones meteorológicas que se encuentra en la Central de mieles y en la finca del productor Jose Vicente Mahecha.

Criterio de condiciones de laboreo. Se explicaron las variables de textura, pendiente y pedregosidad. En este se volvió a tocar la problemática de la pendiente, la textura ideal para el cultivo de caña y según los ATA mencionaron áreas dentro de las veredas en los cuales son ideales para el cultivo. Con respecto a esto, mencionaron que en el caso de los cultivos de caña donde se encuentran en pendientes altas, la calidad de la caña es buena pero los costos se aumentan, especialmente en las labores de establecimiento y cosecha.

Criterio disponibilidad de nutrientes. Los ATA mencionan que la "quebrada Negra que atraviesa el municipio define las zonas que se caracterizan por ser alcalinas y ácidas". Mencionaron que en un proyecto financiado por el municipio y SENA entre el año 2015 a 2017 en donde se realizaron *"demasiadas muestras de suelo alrededor de 300, los resultados arrojaron que los suelos se caracterizan por ser alcalinos, con pH superior a 7…*" pero también mencionan que los suelos cambian y es importante conocer los suelos en cada finca para mejorar las recomendaciones y el trabajo con los productores.

Criterio de condiciones enraizamiento. Los ATA realizan una comparación entre el cultivo de caña panelera y yuca y cómo se comportan los dos cultivos frente a los suelos "duros" y

compactados. Mencionaron que algunas veredas se inició el cultivo de yuca pero debido a su comportamiento se siembran en algunas veredas especialmente planas.

A continuación, se mencionan los dos aspectos más relevantes de los criterios socioeconómicos discutidos.

Mercado laboral. El grupo concluyó que el mercado laboral es crítico en el municipio, debido a que los jóvenes no les gusta trabajar en el ámbito agropecuario. Mencionan que los jóvenes se van a otras regiones a trabajar y luego regresan a la zona. Mencionan que la educación es un tema delicado y consideran que no es de calidad y de acorde con las necesidades.

Infraestructura y logística. En este criterio, los participantes consideran que la variable distrito de adecuación de tierras es limitante en este criterio debido a que ellos ven de forma general que cuentan como fortaleza una Central de mieles y su ubicación a Villeta como centro de comercialización es estratégica.

Insumos para el manual de interpretación.

- Consideran que el formato debe ser digital.
- Material en físico para que los ATA puedan trabajarlo o discutirlo con los productores.
- Para la visualización, sugieren una descripción sobre que es la productividad y recomendaciones para tener en cuenta para mejorar este indicador.
- Información precisa de las entidades que hicieron parte y que tienen que ver con el proyecto (evaluación de tierras).
- La metodología, presentarla de forma sencilla al inicio y explicar cómo se generó la cartografía.
- Sugieren aparte del verde de los mapas, incluir el azul y el rojo.
- Además de los límites políticos administrativos, mostrar carreteras, veredas y otros para ubicarse mejor espacialmente.
- Lenguaje sencillo, que no sea muy técnico y poder comunicarlo con los productores.
- Las imágenes o mapas no estén saturados de tanta explicación.
- En el glosario incluir el termino de capacidad de intercambio catiónico.

NOCAIMA

A continuación, se mencionan las conclusiones del grupo focal de planeadores sobre el manual de interpretación:

Insumos para el manual de interpretación

- El grupo focal determinó que el formato debe ser en digital.
- El formato en físico sería útil, por ejemplo, tipo cartillas que muestren los criterios biofísicos y socioeconómicos de forma de diagnóstico y que permita ser insumos para otros diagnósticos.
- Visualmente, no unificar todo con el color verde.

LA PEÑA

Conclusiones. El grupo focal de productores mencionó que una de las limitantes en aspectos económicos, los costos de producción son más altos debido a los gastos de transporte y el traslado a Bogotá para conseguir los insumos para el establecimiento y mantenimiento del cultivo. En cuanto a lo biofísicos consideran que la principal limitante es el suelo. Los suelos están degradados y no se le invierte a mejorarlo y está influyendo en los rendimientos…*" Los rendimientos se han visto afectados por el daño de la Diatrea, hay muchas cañas que han muerto y el jugo de la caña no es el mismo".*

A continuación, se mencionan los aspectos más relevantes y conclusiones de los criterios biofísicos más discutidos.

Disponibilidad de nutrientes, capacidad de laboreo y susceptibilidad a perdida de suelo. El grupo focal mencionó que la disponibilidad de nutrientes considera que es una gran limitante para ellos en el municipio de La Peña. En cuanto a la capacidad de laboreo y susceptibilidad a perdida de suelo, se discutió sobre la variable pendiente…" Muchos cultivos están en pendiente y se han tenido pérdidas en los cultivos debido a los deslizamientos en tiempo de invierno" y mencionan que el suelo de estas zonas es muy inestable.

Espacialmente, mencionaron unas veredas en las cuales hay gran área cultivada de caña, pero la calidad de la miel es diferente a otras veredas en donde el área es menor y la calidad es mejor y mencionaron que estas diferencias de calidad de la miel en las veredas son debido al suelo. Desde los servicios de ATA mencionan que están trabajando mucho en temas de fertilización con los productores que permita mejorar las propiedades del suelo.

Riesgo fitosanitario. Mencionan que el cultivo en el municipio se ha visto muy afectado por la Diatrea tal como se describió en la conclusión.

Condiciones climáticas y estrés hídrico por déficit y exceso hídrico en el suelo. Consideran que tienen relación y se revisaron los mapas de forma conjunta. Mencionaron que el cultivo de caña en caso de lluvias..."eso se va por corrientes, la caña sufre por el suelo y por sequía, se resiente la planta".

A continuación, se mencionan los aspectos más relevantes y conclusiones de los criterios socioeconómicos más discutidos.

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

Mercado laboral. Los productores de caña se caracterizan por tener edades de más de 50 años y los jóvenes terminan su colegio de bachillerato y se van a estudiar a Bogotá. Relacionan esto también con el precio de la caña *"si no hay un buen precio, pues los jóvenes no ven atractivo la actividad y no hay plata para pagar y trabajarlo"*

Infraestructura y logística. Lo relacionaron mucho con la comercialización y el precio actual de la panela al momento del ejercicio, el cual en ese momento no era rentable debido a que el precio por carga de panela es muy bajo frente a los gastos incurridos. Los gastos para conseguir los insumos para el cultivo salen costosos debido al transporte y al mal estado de las vías.

Asociatividad. Mencionaron que ellos deben fortalecer con otros productores de otros municipios para generar mejores condiciones y mejorar los precios ante el mercado y FEDEPANELA.

5.4. Taller: validación de la información cartográfica de la evaluación de tierras para el TUT de plátano dominico – hartón.

Nombre del evento	Taller de validación de la información cartográfica de la evaluación de tierras del TUT de plátano
Actividad realizada	Taller con técnica de grupo focal
Fecha de realización:	10 y 11 de mayo
Lugar de realización	Chaguaní y La Palma
Horario programado:	3 horas de realización

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

Responsable Corpoica	- Lilia Astrid Ortiz, Profesional de apoyo - Douglas Gómez, Investigador Máster
Colaboradores	- Maria del Mar Galvis-Profesional de Transferencia de Tecnología.

- **Objetivo general**

Complementar el ejercicio de evaluación de tierras del TUT de plátano dominico Hartón, mediante un ejercicio de participación con actores claves.

- **Objetivos específicos**

  - Validar con actores locales las salidas cartográficas del componente biofísico, socioeconómico y socio-ecosistémico con el fin de legitimar la información generada.

  - Identificar insumos para el manual de interpretación con actores encargados de la gestión productiva del municipio.

- **AGENDA**

Tiempo	Actividad	Responsable
8:00 a 8:30	Registro de inscripciones	Comunicaciones
8:30 a 9:00	Introducción: Importancia del ordenamiento productivo de Cundinamarca"	Facilitador
9:00 a 10:45	Trabajo en subgrupos de trabajo	Facilitador
10:45 a 11:15	Conclusiones	Facilitador

- **Descripción metodológica**

Teniendo en cuenta la guía de transferencia de tecnología de AGROSAVIA, se planteó la actividad tipo taller con el fin de gestionar los recursos administrativos. Pero fue necesario adaptar la metodología de taller con la técnica de grupo focal debido a los dos objetivos específicos planteados. El primero de legitimar la información de las salidas cartográficas con productores claves y el segundo, de identificar insumos que complementaran el manual de interpretación del proyecto.

La actividad inició explicando el objetivo del encuentro, detallando que es AGROSAVIA, UPRA, el rol de cada una de las entidades y que significa el trabajo en conjunto con la Gobernación de Cundinamarca para el ordenamiento productivo mediante la evaluación de tierras.

Para el caso del municipio de Chaguaní y La Palma se trabajó con el grupo focal de productores.

Luego de colocar en contexto los participantes, pro cada grupo focal se trabajó así:

- **Grupo focal de productores**

Pregunta de apertura o introductoria
¿Ustedes consideran que las condiciones de clima, suelo, riesgos fitosanitarios, sociales, económicas y ambientales son importantes para apoyar procesos que ayuden a ordenar el territorio en la producción de caña panelera? ¿Cuáles considera que son los más relevantes?

Pregunta de transición
La Fundación Mundo Agropecuario con recursos del exterior, le entregará una gran cantidad de recursos para promover el cultivo de caña panelera en su municipio. Sí usted fuera el líder de este proyecto, califique las limitantes biofísicas y socioeconómicas para el cultivo, siendo 1 las más limitante y 9 la menos limitante. Se presentó en carteleras el listado de los criterios como “limitantes” y se presentaba el mapa por criterio y se explicaba cómo se realizó en función de las variables. Este ejercicio se realizó para los componentes biofísicos y socioeconómico. Con esta pregunta se comparó con las ponderaciones que les dieron los expertos a los criterios en las juntas agronómicas.

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

- **Grupo focal de planeadores**

Pregunta de apertura o introductoria
¿Ustedes consideran que las condiciones de clima, suelo, riesgos fitosanitarios, sociales, económicas y ambientales son importantes para apoyar procesos que ayuden a ordenar el territorio en la producción de caña panelera? ¿Cuáles considera que son los más relevantes?

Pregunta transitoria
Usted está formulando un proyecto con recursos de regalías para establecer, aumentar y mejorar la producción de plátano en su municipio. Considera que la información de los mapas que le estamos entregando es pertinente para la formulación del proyecto.

Pregunta central
A. El facilitador explica detalladamente como se generaron los mapas en función de los conceptos: TUT, componente, criterio, variable. **B.** Se entregará un paquete con los mapas de los componentes y otro juego donde se muestra los criterios con sus respectivas variables. **C.** Dependiendo del número de personas con el perfil del segundo grupo focal se puede subdividir en grupos más pequeños. **D.** ¿De qué forma NO le gustaría encontrar la información que defina los conceptos de TUT, componente, criterio y variable? ¿o cómo no le gustaría leerlos? **E.** ¿Cómo NO le gustaría encontrar los mapas por cada ítem: componente, criterio y variable?

Conclusiones

A continuación, se mencionan las conclusiones del grupo focal de productores:

Criterio condición climática: tiene restricciones moderadas debido a la altitud y temperatura. Los productores mencionaron las altas temperaturas, esto puede inferirse o a atribuirse a la variabilidad climática. Y la influencia de la precipitación influye en “el cuajado” del fruto, según los productores, es decir, en la etapa de fructificación.

Tradición de cultivo: La edad del cultivo se mantiene de 40-60 años.

Incentivo de capitalización rural: Con respecto a plátano, no se otorgaron créditos relacionados con el ICR, sino LEC - Línea Especial de Crédito siendo un programa de crédito que permite financiar las actividades de plátano con una tasa subsidiada.

Precio de la tierra rural: Con respecto al promedio del precio de la tierra rural, los productores mencionaron que aunque el rango es aceptable si reconocieron que en algunas veredas este valor está por encima debido a las dinámicas del uso de la tierra, por ejemplo, el valor cambia si es para uso recreacional y no agropecuario.

Tamaño de la tierra rural: En el ordenamiento productivo cuando se utilizaba el termino de UAF está en 14 hectáreas, mencionaron los productores.

Oferta educativa: la aptitud es baja debido a que no hay ninguna entidad que ofrezca servicios educativos ni institutos técnicos relacionados en el ámbito agropecuario. Los productores concluyeron que están de acuerdo, y lo relacionan con el relevo generacional y mencionan que los jóvenes no están interesados en estudiar estas carreras.

Servicios de extensión: No hay presencia de EPSAGROS, se reconoce la presencia de ASOHOFRUCOL pero no es continua ni recurrente.

CHAGUANÍ

Conclusiones

A continuación, se mencionan las conclusiones del grupo focal de productores:

Condición climática: Los productores mencionaron que la temperatura es muy variable en el municipio y afecta la producción de plátano, así como la precipitación es escasa. Teniendo en cuenta la zonificación muestra que está entre optima y moderada para la variable de temperatura que fue la más discutida por los productores. Se mencionaron las veredas Platanal, Montelíbano y Montefrío las cuales son las veredas en donde son los productores participantes.

Capacidad de laboreo. En este criterio los productores mencionaron que los predios en donde se encuentra el plátano son predios planos y la textura de los predios es adecuada para las labores del cultivo de plátano y consideran que la clasificación de este criterio sí está entre apto y moderado tal como se observó en el mapa.

Disponibilidad de nutrientes, condiciones de encharcamiento en el suelo y estrés hídrico por déficit: Mencionaron la importancia del potasio para el cultivo de plátano y el análisis de suelo. su importancia en condiciones de “verano”. Las tierras son acidas y hay que incorporarle muchas técnicas de manejo, especialmente abono orgánico para el cultivo.

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

ISO 9001 icontec SC-CER228920
MINAGRICULTURA
GOBIERNO DE COLOMBIA

Referencias bibliográficas

Allen, R., Pereira, L., Dirk, R. y Smith, M. (2006). Evapotranspiración del cultivo. Guía para la determinación de los requerimientos de agua para los cultivos 56. Roma: FAO.

Cichota, R., Snow, V.O., Vogeler, I., Wheeler, D.M., and Shepherd, M.A. (2013). Describing N leaching from urine patches deposited at different times of the year with a transfer function. *Soil Res.* 50, 694–707.

Comisión Nacional del Agua, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (1997). Manual para diseño de zonas de riego pequeñas. México: Departamento de Irrigación, UACh.

Corporación colombiana de investigación agropecuaria - CORPOICA. (2017). Resultados de Investigación de la agenda quinquenal 2012-2017, resultados próximos a convertirse en Oferta Tecnológica.

Corporación colombiana de investigación agropecuaria - CORPOICA. (2014). Caracterización de la variabilidad climática y zonificación de la susceptibilidad territorial a los eventos en el departamento de Cundinamarca. Proyecto MAPA. CORPOICA – FONDO DE ADAPTACIÓN, Mosquera (Cund.)

climáticos extremos.Corporación colombiana de investigación agropecuaria - CORPOICA, Centro de Investigación de la caña panelera CIMPA (2006). Programa de procesos Agroindustriales. Aspectos agronómicos del cultivo de la caña panelera. Tomado de: https://books.google.com.co/books?id=HavGX8wguv4C&pg=PA21&lpg=PA21&dq=entresaque+ca%C3%B1a&source=bl&ots=n-76ED2eKp&sig=E3fFJywfYSq0fLEcDSVdcR3KQNo&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiH2IjSutjZAhXEJt8KHQeQAaQQ6AEILTAC#v=onepage&q=entresaque%20ca%C3%B1a&f=false.

Corporación Colombia Internacional – CCI (2016). Informe final: priorización de las alternativas productivas a partir del análisis de la oferta y demanda del mercado, para el Departamento de Cundinamarca.

Damiano, F. y Taboada, M.A. (2000). Predicción del agua disponible usando funciones de pedotransferencia en suelos agrícolas de la región Pampeana. Ciencia del Suelo 18 (2).

De La Cruz, J., Moreno, L. y Magnitskiy S. (2012). Respuesta de las plantas a estrés por inundación. Una revisión. Revista Colombiana De Ciencias Hortícolas 6(1),96-109.

Federación nacional de productores de panela - FEDEPANELA (2009). Manejo agronómico de la caña panelera con énfasis en control biológico. 06-03-2018, de Corpoica Sitio web: http://www.fedepanela.org.co/publicaciones/cartillas/manejo_agronomico_de_la_cana_panelera.pdf

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

Forero, Jaime. (2016). Economía de la agricultura familiar y de la producción campesina.

Gavande, A. (1972). Física de Suelos: Principios y Aplicaciones. México. Limusa - Wiley S.A.

Hengl, T.; Mendes De Jesus, J; Heuvelink, G. B.M; Ruiperez, M; Kilibarda, M; Blagotic, A; Shangguan, W; Wrigth, M.N; Geng, X; Bauer-Marschallinger, B; Guevaram M.A; Vargas, R; Macmillan, R.A; Batjes, N.B; Leenaars, J.G; Ribeiro, E; Wheeler, I; Mantel, S; Kempen, B. (2017). SoilGrids250m: Global gridded soil information base don machine learning. Plos One 12(2).

Hengl, T; Mendes De Jesus, J., Macmillan, R.A., Batjes, N.B., Heuvelink, G. B.M., Ribeiro, E., Samuel-Rosa, A., Kempen, B., Leenaars, J.G., Walsh M.G. (2014). SoilGrids1km – Global Soil Information Base don Automated Mapping. Plos One 9 (8).

Hodneet, M.G And Tormasella, J. (2002). Marked differences between van Genuchten soil water-retention parameters for temperate and tropical soils: a new water-retention pedo-transfer functions developed for tropical soils. Geoderma 108: 155-180

Horne, D.J., Scotter, D.R. (2002). The available water holding capacity of soils under pasture. Agricultural Water Management 177: 165-171.

Hurst, F.B., (1951).. Climates prevailing in the yellow-gray earth and yellow-brown earth zones in New Zealand. Soil Sci. 72, 1–19.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC (2016). Metodología: Elaborar y Actualizar Áreas Homogéneas de Tierras con Fines Multipropósito. Subdirección de Agrología. Bogotá.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC (2014). Instructivo: Códigos para los Levantamientos de Suelos. Subdirección de Agrología. Bogotá

Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC (20009). Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del departamento de Córdoba, 1:100.000. IGAC. Subdireccción de Agrología. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia, 2009.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC (2000). Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del departamento de Cundinamarca. IGAC. Subdireccción de Agrología. Bogotá, 2000.

Jaramillo, D. (2002). Introducción a la ciencia del suelo. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Medellín (Colombia).

Leenaars, J.G; Hengl, T; Ruiperez, M; Mendes De Jesus, J; Heuvelink, G. B.M; Wolf, J; Van Bussel, L.G; Claessens, L; Yang, H; Cassman, K.G. (2018). Mapping rootable depth and root zone plant-available water holding capacity of the soil of sub-Saharan Africa. Geoderma 324: 18-26.

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

Leiva, N. (2012). Metodología para el cálculo de la humedad del suelo usando parámetros topográficos (MDE), climáticos y edáficos en un sector del piedemonte depositacional del municipio de Villaviciencio. Bogota, Colombia.

Lugo, J. H. (2011). Diccionario geomorfológico. Geografía para el siglo XXI, serie: Textos universitarios, 7 Instituto de Geografía UNAM, México, 480 p.

Malagón, D. (2015). Suelos y Tierras de Colombia. Tomo 2. Subdirección de Agrología. Bogotá, Colombia. IGAC.

Malik, A.I., Colmer, T.D., Lambers, H. and Schortemeyer, M. (2003). Aerenchyma formation and radial O2 loss along adventitious roots of wheat with only the apical root portion exposed to O2 deficiency. Plant Cell Environ. 26, 1713-1722.

Mikutta, R; Kleber, M; Torn, M.S; Jahn, R. (2006) Stabilitation of soil organic matter: association with mineral sor chemical recalcitrance. Biochemistry 77: 25-56.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - MADR 2017. Base agrícola. Evaluaciones Agropecuarias Municipales 2007-2017. Secretarias de Agricultura Departamentales. Alcaldías Municipales.

Monge, R. y Salazar, J.M. (2016). Políticas de clústeres y de desarrollo productivo en la Comunidad Autónoma del País Vasco: Lecciones para América Latina y el Caribe, Informes Técnicos", 2016/3, Organización Internacional de Trabajo (OIT), Lima, Perú.

Morales P, C., Sobral, R., Nakama, V., Volante, J., Bianchi, A. (2015). Evaluación de tierras mediante métodos paramétricos. Ajuste del Sistema de índice de productividad (IP) y su aplicación mediante herramientas SIG para las provincias de Salta y Jujuy. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Argentina.

Odgers, N.P., Libohova, Z. and Thompson J.A. (2012). Equal-area spline functions applied to a legacy soil database to create weighted-means maps of soil organic carbon at a continental scale. Geoderma 189:153–163.

Pittaluga, M.A. and Suvires G. 2010. Susceptibilidad a las inundaciones por crecientes estivales y por desbordes en las localidades de Villanueva, Puchuzum, y Villa Corral, Cuenca del río Castaño, Calingasta, San Juan. Revista de la Asociación Geológica Argentina 66 (4): 520- 528.

Red de información y comunicación del sector agropecuarios- AGRONET. (2018). Tomado de: http://www.agronet.gov.co/Documents/Ca%C3%B1a%20Panelera.pdf

Reichert, J.M., Albuquerque, J.A., Kaiser, D.R., Reinert, D.J., Lavarda U, F., Carlesso, R. (2000). Estimation of water retention and availability in soils of rio grande do soul. R. Bras. Ci. Solo, 33:1547-1560.

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

Saxton, K. and Rawls, W. (2006). Soil Water Characteristic Estimates by Texture and Organic Matter for Hydrologic Solutions. Soil Sci. Soc.Am. J., 70(5), 1569-1578

Silva, L.L. (2007). Fitting infiltration equations to centre-pivot irrigation data in a mediterranean soil. Agricultural Water Management 94, 83-92.

Unger, I.M., Motavalli, P., Muzika. R. (2009). Changes in soil chemical properties with flooding: A field laboratory approach. Agr. Ecosyst. Environ. 131, 105-110.

Viveros, C.A.; Calderón, H, Siembra. (1995). CENICAÑA, El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia, Cali. CENICAÑA, 1995 p131-139.

Wambeke, A. and Forbes, T. (2013). Criterios para el uso de la taxonomía de suelos en la denominación de unidades cartográficas. Servicio de Apoyo para el Manejo de Suelos. Servicio de conservación de suelos. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Departamento de Agronomía. Colegio de Agricultura y Ciencias de la Vida del Estado de Nueva York. Universidad Cornell. Monografía técnica SMSS Numero 15

Woli, P., Jones, J., Ingram, K. and Fraisse., C. (2012). Agricultural Reference Index for Drought (ARID). Agronomy Journal 104, (2)

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co

ANEXOS

A. Fichas metodológicas de los criterios y variables de cada uno de los componentes del TUT para frijol voluble.

B. Fichas metodológicas de los criterios y variables de cada uno de los componentes del TUT para caña panelera.

C. Fichas metodológicas de los criterios y variables de cada uno de los componentes del TUT para plátano Dominico-Hartón.

D. Manual de usuario y manual de administrador.

E. Información secundaria sobre costos de caña panelera y plátano.

F. Contiene los informes de las salidas de validación de cada uno de los TUT, junto con su respectivo anexo fotográfico y listados de asistencia

Sede Central
Km. 14, vía Bogotá - Mosquera
Tel: (+57 1) 422 7300
Línea nacional: 01 8000 121515
www.agrosavia.co