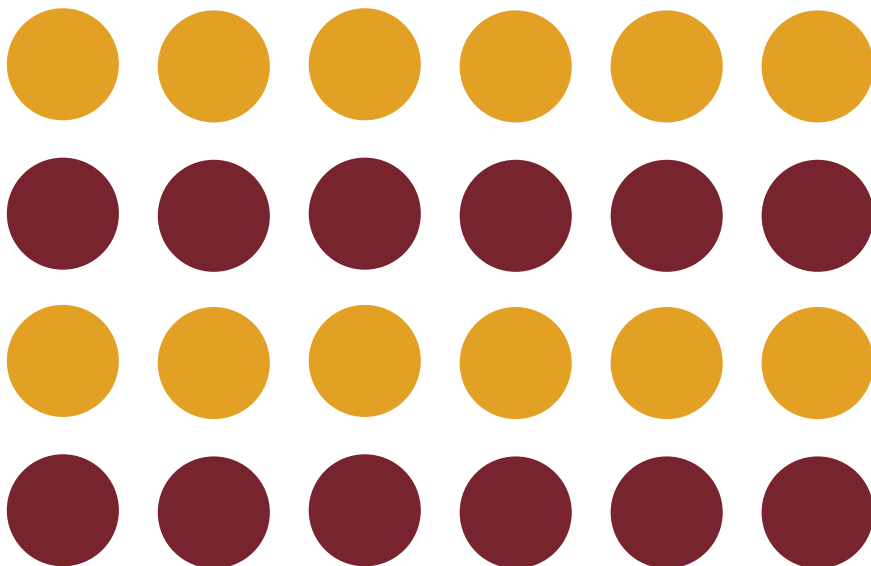


Diagnóstico socio - técnico y de clima en los cultivos de frijol y maíz en las regiones de Ubaté y Guavio en Cundinamarca



CORREDOR TECNOLÓGICO AGROINDUSTRIAL
BOGOTÁ Y CUNDINAMARCA

Gustavo A. Ligarreto M.



Participan:



Diagnóstico socio - técnico y de clima en los cultivos de frijol y maíz en las regiones de Ubaté y Guavio en Cundinamarca



Simijaca, Cundinamarca

Diagnóstico socio - técnico y de clima en los cultivos de frijol y maíz en las regiones de Ubaté y Guavio en Cundinamarca

Diagnóstico socio - técnico y de clima en los cultivos de frijol y maíz en las regiones de Ubaté y Guavio en Cundinamarca

Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agrarias, Sede Bogotá

Editor científico

Gustavo Adolfo Ligarreto Moreno

Autores

Jesús Efrén Ospina Noreña
Gustavo Adolfo Ligarreto Moreno
Nixon Flórez Velasco
Andrés Leonardo Leguizamón García
Christian Camilo Pimentel Ladino
Saúl Roberto Murcia López
Alefsi David Sánchez Reinoso

Con el apoyo de:

Convenio Especial de Cooperación Derivado 2. Corredor Tecnológico Agroindustrial - CTA, "INVESTIGACIÓN, DESARROLLO Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA EN EL SECTOR AGROPECUARIO Y AGROINDUSTRIAL CON EL FIN DE MEJORAR TODO EL DEPARTAMENTO, CUNDINAMARCA, CENTRO ORIENTE" con financiación de recursos del Sistema General de Regalías, de la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación del Departamento de Cundinamarca, la Secretaría Distrital de Desarrollo Económico de Bogotá D.C. y contrapartidas de la Universidad Nacional de Colombia y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Corporica

Subproyecto:

"Mejoramiento de la competitividad de los cultivos de frijol y maíz en las regiones de Ubaté y Guavio en el departamento de Cundinamarca".

Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida ni en su todo ni en sus partes, ni registrada en o transmitida por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electro-óptico, por fotocopia o cualquier otro, sin el permiso previo por escrito del Comité Técnico Científico del Convenio hasta su liquidación, teniendo en cuenta lo dispuesto en el manual de Propiedad Intelectual del Convenio CTA-2.

Diseño: www.lacentraldedisenio.com

ISBN: 978-958-783-322-5

Fotografías, figuras y tablas: son de elaboración propia de los autores del documento, obtenidas mediante el desarrollo de las actividades de investigación y extensión en el Proyecto CTA-2, en caso de ser adaptación de otra fuente, se darán los créditos a los autores respectivos.

Impreso en Colombia

Directores del Proyecto CTA Derivado 2

Ingritts Marcela García Niño, Directora durante 2017
Jairo Alexis Rodríguez López, Director (E) durante 2017A
Jesús Alberto Villamil Marthá, Director durante 2015 a 2016

Comité Directivo Convenio Especial de Cooperación CTA Derivado 2

Óscar Eduardo Rodríguez Lozano, Secretario de Ciencia, Tecnología e Innovación, Gobernación de Cundinamarca
Ivette Catalina Matinez Martinez, Secretaria de Desarrollo Económico, Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.
Martha Ligia Guevara Quintero, Directora Centro Tibaitatá, CORPOICA
Jairo Alexis Rodríguez López, Director de Investigación y Extensión de la Sede Bogotá, Universidad Nacional de Colombia

Comité Técnico Convenio Especial de Cooperación CTA Derivado 2

John Jairo González Rodríguez, Secretaria de Ciencia, Tecnología e Innovación, Gobernación de Cundinamarca
Rodrigo Lozano López, Secretaria de Desarrollo Económico, Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.
Carlos Alberto Herrera Heredia, Centro de Investigación Tibaitatá, Corpoica, Mosquera
Bethsy Tamara Cárdenas Riaño, Dirección de Investigación y Extensión, Bogotá, Universidad Nacional de Colombia

Director del Subproyecto:

Gustavo Adolfo Ligarreto Moreno, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia

Contenido

9	Objetivos	
10	Descripción de las regiones de estudio	
	Ubicación de las regiones Ubaté y Guavio	10
	Descripción de los municipios vinculados al estudio	11
14	Metodología	
	Componente socio-técnico	14
	Componente climático	16
21	Resultados	
	Diagnóstico socio-técnico	21
	Diagnóstico climático	42
78	Conclusiones y recomendaciones	
81	Bibliografía consultada	



Gama, Cundinamarca

Introducción

En las zonas altoandinas de Colombia la producción de frijol y maíz se dá en pequeñas áreas, que se caracterizán por realizar poca inversión en los predios por los productores y en la cual la inversión del Estado en la tecnología de estos cultivos es escasa. Generando como resultado la baja productividad en el sector, la cual se ha vuelto más crítica en años recientes por el efecto del cambio climático. En aras de desarrollar una oferta tecnológica agrícola para los sistemas productivos de frijol y maíz en las regiones de Ubaté y Guavio en el departamento de Cundinamarca, se realizó una fase diagnóstico del estado social y técnico de los cultivos y de clima en los municipios de Simijaca como primer productor de maíz de clima frío del departamento con 1759 ha y 710 ha de frijol y Guachetá como el segundo municipio productor de maíz en la región de Ubaté y los municipios de Gachalá y Gama en la región de Guavio que siembran frijol en variados sistemas de cultivo.

El primer paso de inicio del subproyecto en la elaboración del diagnóstico socio - técnico para establecer la línea base de reconocimiento del estado del sistema frijol y maíz consistió en desarrollar una encuesta a productores de los dos cultivos en las dos regiones mencionadas. Para el efecto, los procesos asociados a la identificación de los agricultores beneficiarios, se soportó sobre la metodología de realización de talleres, reuniones, encuestas y recabar información de entidades locales, lo cual facilitó la recolección de datos de las características demográficas, sociales, económicas, productivas y tecnológicas. El paso a seguir fue realizar el análisis de los datos, para poder identificar las brechas tecnológicas con las prácticas más apropiadas utilizadas por los agricultores en cada parte del proceso productivo de los cultivos. De esta manera, se alcanzó una visión amplia de lo que se debía desarrollar en materia

de implementación de tecnologías con posterior evaluación de la validez de las propuestas tecnológicas, concertadas entre los productores e investigadores para establecer en los núcleos de evaluación participativa como modelo de innovación local.

En referencia a la oferta ambiental para la elaboración del presente diagnóstico, se hizo una revisión histórica acerca de los trabajos realizados sobre caracterización climática en el departamento de Cundinamarca y en específico de las regiones de Ubaté y Guavio, de esta consulta se recopilaron bases de datos climáticas de las estaciones de Simijaca, Guachetá, Isla del Santuario (Fúquene) y La boyera (Ubaté) en la región de Ubaté; además en Gama, Gachalá y Gachetá para la región del Guavio. Las diferentes bases de datos fueron solicitadas a instituciones como IDEAM, CAR y CORPOICA – proyecto “MAPA”.

El subproyecto de extensión e investigación participativa para el mejoramiento de la competitividad de frijol y maíz en las regiones de Ubaté y Guavio se desarrolló con el uso de los recursos provenientes del Sistema General de Regalías concebido para garantizar los compromisos establecidos y aprobados por el OCAD del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación en Acuerdo 001 de 2012 en el Proyecto *“Investigación, desarrollo y transferencia tecnológica en el sector agropecuario Agroindustrial con el fin de mejorar todo el departamento de Cundinamarca y Centro Oriente”*, a través de la ejecución de actividades en las que se contó con la participación de la Universidad Nacional de Colombia como una de las entidades ejecutoras.

Objetivos

- Realizar un diagnóstico socio-técnico de los productores del sistema frijol y maíz en los municipios de Simijaca y Guchetá en la región de Ubaté y de Gachalá y Gama en la región del Guavio en el departamento de Cundinamarca, como fundamento para implementar técnicas de manejo de los cultivos.
- Elaborar el diagnóstico climático de los municipios de Simijaca y Guchetá en la región de Ubaté y Gachalá y Gama en la región del Guavio en el departamento de Cundinamarca, como soporte para la toma de decisiones en el manejo agronómico de los cultivos de frijol y maíz, dado sus requerimientos climáticos específicos.

Descripción de las regiones de estudio

Ubicación de las regiones Ubaté y Guavio

La provincia de Ubaté se encuentra localizada en la parte norte de Cundinamarca, representa el 6,2% del área total del departamento. Es la séptima provincia en extensión territorial con 1.408 km². Está conformada por 10 municipios: Carmen de Carupa, Cucunubá, Fúquene, Guachetá, Lenguazaque, Simijaca, Susa, Sutatausa, Tausa y Ubaté. Limita por el norte con el departamento de Boyacá, por el sur con la provincia Sabana Centro y Almeidas, por el oriente con el departamento de Boyacá, y por el occidente con la provincia de Rionegro (Cámara de comercio de Bogotá, 2008a).

La población total de la provincia Ubaté es de 116.117 habitantes y ocupa el séptimo puesto en población entre las 15 provincias de Cundinamarca (DANE, 2005). Factores externos a la provincia desataron cambios en los ingresos de los habitantes. Primero, la cercanía a la capital del país, la fertilidad de las tierras en las zonas bajas y el crecimiento sostenido de los precios de la leche en el país, generaron un entorno favorable para la consolidación de la agroindustria lechera en el territorio. Segundo, la transición de la agricultura hacia la ganadería en las zonas altas del territorio se aceleró debido a la consolidación de la agroindustria lechera y a la incertidumbre en los ingresos agrícolas, como consecuencia de la variabilidad en los precios de los productos agrícolas, los altos precios de los insumos y el riesgo de las cosechas (Arias et al., 2012).

La provincia de Guavio se encuentra localizada al nororiente de Cundinamarca; limita por el norte con las provincias de Almeidas y el departamento de Boyacá, por el sur con la provincia de Oriente y el departamento del Meta, por el oriente la provincia de Medina, y por el

occidente con la provincia de Sabana Centro y el Distrito Capital. Tiene extensión territorial de 2.628 km², considerándose como la primera provincia de Cundinamarca en extensión. Su jurisdicción comprende los municipios de Guasca, Guatavita, Junín, La Calera, Ubalá, Gachalá, Gachetá y Gama (Cámara de Comercio de Bogotá, 2008b).

Descripción de los municipios vinculados al estudio

Municipio de Simijaca

Se localiza en la parte norte del departamento de Cundinamarca, en la provincia Ubaté en las coordenadas 5°30'12"N - 73°51'06"O, a una distancia de 136 km de Bogotá y a una altitud de 2.559 msnm. Posee una extensión de 99 km² y una temperatura promedio de 14°C. Limita por el norte, oriente y occidente con el departamento de Boyacá y por el sur con el municipio de Susa. Está conformado por las veredas: Aposentos, Centro, Centro Tuya, Don Lope, El Fical, Salitre, San Rafael, Santuario y Táquia (Alcaldía del Municipio Simijaca, 2016) (Figura 1).

Municipio de Guachetá

Está localizado en la parte norte del departamento de Cundinamarca, en la provincia Ubaté en las coordenadas 5°23'08"N y 73°41'08"O, a una distancia de 116 km de Bogotá y a una altitud de 2.750 msnm (Figura 1). Posee una extensión de 160 km² y una temperatura promedio de 14°C. Limita por el norte y oriente con el departamento de Boyacá; por el sur con el municipio de Lenguazaque y por el occidente con el municipio de Fúquene. Está conformado por las veredas: Cabrera, El Carmen, Falda de Molino, Fronteras, Gacha, Gachetá Alto, La Isla, La Puntica, Miña, Moroy, Nengua, Peñas, Pueblo Viejo, Punta Grande, Rabanal, Ranchería, San Antonio, Santuario, Tagua y Ticha (Alcaldía de Guachetá, 2016) (Figura 1).

Municipio de Gachalá

Se localiza en la provincia de Guavio, su extensión territorial asciende a 44.829 ha y su cabecera municipal se encuentra a 1.712 msnm.

Su población es de 5.736 personas, distribuidas el 77% en el área rural y el restante 23% en el área urbana (DANE, 2005). La temperatura promedio anual en Gachalá es de 18,7°C. Limita con Gama, Junín y Fómeque por el occidente; al sur limita con el municipio de Medina, Cundinamarca y con el Departamento de Meta; al norte con la Provincia de Oriente en el Departamento de Boyacá y con el municipio de Ubalá, encontrándose entre éste y Gachalá la Represa del Guavio; por el costado oriental limita con Medina y el sector B del municipio de Ubalá. Se encuentra conformado por 31 veredas agrupadas en tres inspecciones de policía y en torno al casco urbano (Alcaldía de Gachalá, 2016) (Figura 1).

Municipio de Gama

Su ubicación corresponde a la región nororiental del Departamento de Cundinamarca, a una distancia de 118 km de Bogotá. El municipio tiene un área de 10.732 ha, con 17°C de temperatura promedio y precipitaciones entre los 1.000 y 2.000 mm. Limita por el norte con los municipios de Gacheta y Ubalá, por el oriente con los municipios de Ubalá y Gachalá, por el sur con Gachalá y Junín y por el occidente con el municipio de Junín. Administrativa y políticamente se encuentra dividido en 8 veredas y la inspección de San Roque (Alcaldía de Gama, 2016) (Figura 1).

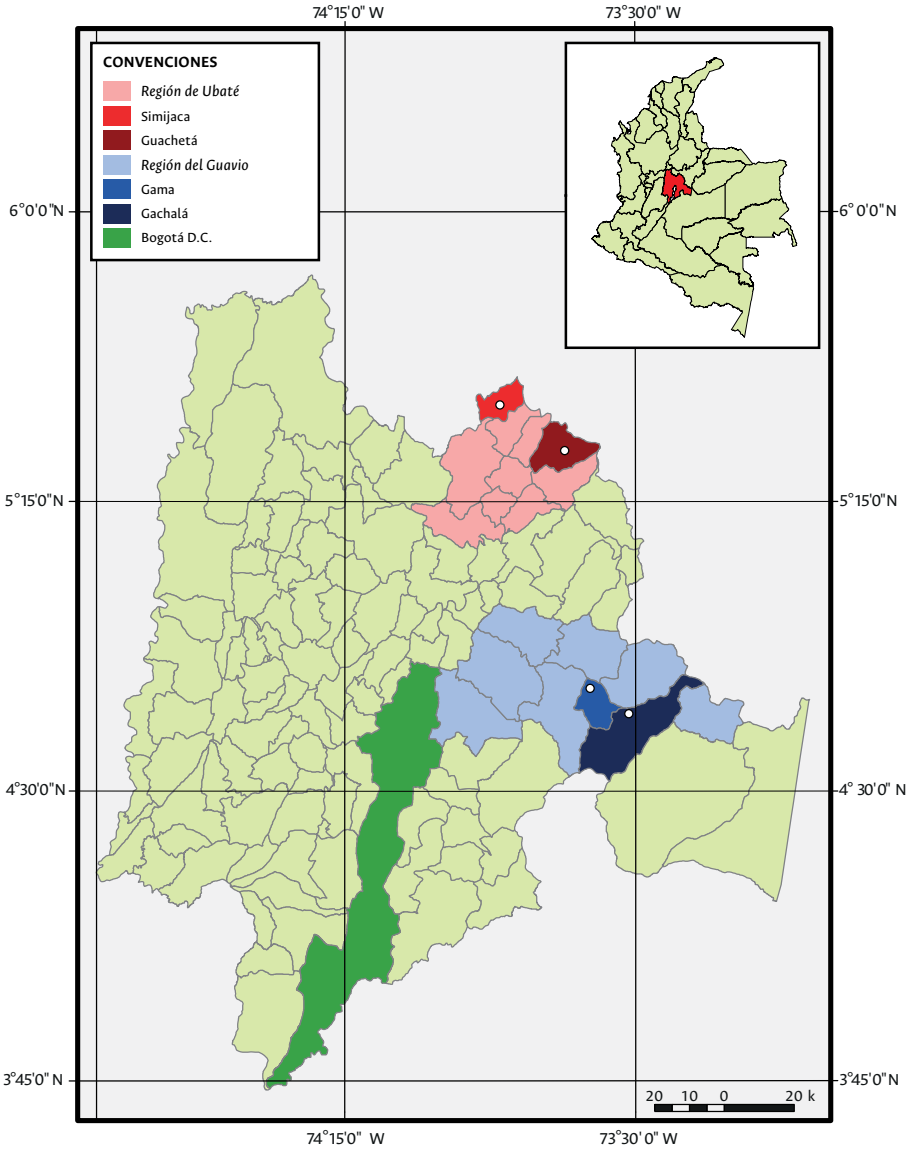


Figura 1. Ubicación de las regiones y municipios seleccionados para el desarrollo del proyecto.

Metodología

Componente socio-técnico

Diseño de la muestra y recolección de la información

Se estableció el cuestionario y el formato de encuesta según los sistemas productivos de frijol y maíz (Anexo 1). Posteriormente, se realizó la recolección de datos en los meses de enero a marzo de 2016 siguiendo un esquema de muestreo estratificado aleatorio simple. En el cual se estratificó a los participantes de acuerdo a la característica de productores de frijol y maíz de las dos regiones. De esta manera, se identificaron a los productores de frijol y maíz en reuniones organizadas con las asociaciones de productores de frijol y/o maíz como Asoagrosanjósé, Asoagrosim y Simisu en cultivos varios de los municipios de Simijaca y Guachetá en la región de Ubaté y los productores de frijol vinculados a la asociación de productores de Gachalá en la región del Guavio (Asoprofriga), también se consultaron a productores no agremiados que pertenecen a los municipios y fueron invitados al desarrollo del proyecto por parte de las Unidades municipales de asistencia técnica agropecuaria - Umatas de los municipios de Simijaca, Guachetá, Gachetá, Gachalá y Gama (Figura 2 y 3). A una muestra de 150 productores se les realizó una encuesta directa en sus predios con una duración de 15-20 minutos (Figura 4). Se registraron las coordenadas geográficas de cada predio para conocer la ubicación geográfica y reconocer el sistema productivo y el área de siembra de cada productor.



Figura 2. Reuniones con productores de frijol en el municipio de Gachalá, Cundinamarca.



Figura 3. Reunión de productores de frijol en el municipio de Gama, Cundinamarca.



Figura 4. Jornadas de encuestas en el municipio de Guachetá, Cundinamarca.

Procesamiento de la información recolectada

Los datos recolectados en los formatos fueron digitalizados y tabulados en Excel. A cada productor se le asignó un código que lo identifica en la base de datos. Las variables de tipo cualitativas se presentaron como porcentajes calculados sobre el total de las observaciones, excluyendo los valores perdidos y se procesaron mediante un análisis de frecuencia. Los datos se analizaron usando el programa Statistix[®] versión 9.0 (software analítico, Tallahassee, FL, US).

Información adicional

Con la información del área y costos de producción recolectada en las encuestas y el listado de precios obtenido de las casas comerciales y tiendas de agroinsumos, se desarrollaron las tablas de costos de producción para frijol y maíz en la región de Ubaté y frijol en la región de Guavio.

Componente climático

Recopilación de la información

Se realizó una revisión bibliográfica acerca de los trabajos realizados sobre caracterización climática en el departamento de Cundinamarca

y en específico de las regiones de Ubaté y Guavio, de esta consulta se recopilieron bases de datos climáticas de las estaciones de Simijaca, Guachetá, Isla del Santuario (Fúquene) y La boyera (Ubaté) para la región de Ubaté; también Gama, Gachalá y Gacheta para la región del Guavio.

Las diferentes bases de datos del periodo 1975 - 2005 fueron solicitadas a instituciones como IDEAM, CAR y CORPOICA - proyecto "MAPA"; este periodo se seleccionó según la recomendación de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), quienes afirman que para realizar estudios de caracterización climática de las regiones y modelamiento de escenarios de cambio climático es necesario el análisis de una serie de datos de 30 años.

La información de las bases de datos climáticas, provienen de estaciones climáticas con las siguientes categorías:

- Pluviométrica / pluviográfica: estas estaciones brindan datos relacionados con la precipitación, intensidad de la precipitación y número de días con lluvia.
- Climatológica ordinaria / principal: estas estaciones registran los datos relacionados con las variables meteorológicas: brillo solar, velocidad y dirección del viento, humedad relativa, precipitación, temperatura máxima, media y mínima del aire.

Los datos climáticos tenidos en cuenta para realizar las líneas base fueron: temperatura del aire (media, mínima, máxima), humedad relativa, radiación o brillo solar, velocidad del viento, como variables directas obtenidas de las bases de datos y se hizo el cálculo de las variables indirectas evaporación, evapotranspiración, presión de vapor a saturación, presión de vapor real y déficit de presión de vapor.

Tratamiento a los datos climáticos

Una vez obtenidas las bases de datos climáticos, se procedió a realizar un análisis de calidad de las mismas, seleccionando aquellas bases con series completas mayores a un 70%. Se realizó el control de datos atípicos, mediante el uso del aplicativo RCLimTool, con la aplicación de esta herramienta se identificó la fiabilidad de los datos, a su vez, obtenida mediante la identificación y eliminación de datos atípicos o datos

fuera de rango. Luego de éste proceso, los datos sirvieron como insumo para la elaboración de la línea base del diagnóstico climático.

Elaboración de las líneas base

Finalizado el análisis de calidad de datos climáticos, se decidió para la elaboración de las líneas base climáticas, usar los datos de las siguientes estaciones meteorológicas:

- Simijaca: Simijaca
- Guachetá: Guachetá e Isla del Santuario (Fúquene)
- Gama y Gachalá: Gachetá, Gama, Gachalá.

Se decidió tomar estaciones cercanas entre sí y con similitud de altitud a los municipios en estudio, lo que permitió complementar los datos entre las mismas. Se procedió a realizar el cálculo del comportamiento del clima mes a mes a través de la serie de 30 años. Con los promedios mensuales de las variables precipitación, velocidad del viento, brillo solar, humedad relativa, temperaturas, se procedió a realizar el cálculo de la evaporación, evapotranspiración potencial, presión de vapor a saturación, presión de vapor real, déficit de presión de vapor; elementos necesarios para el cálculo del balance hídrico correspondiente a cada uno de los municipios. Para el cálculo de la radiación y evapotranspiración potencial, se usó el programa Cropwat 8.0[®].

En la elaboración de los mapas se usó el software ArcMap[®] del paquete ArcGis[®] versión 10.2, licencia adquirida por la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Colombia.

Elaboración de balances hídricos y requerimientos de riego

Con las variables de precipitación, evapotranspiración potencial (ET_o), capacidad de campo del suelo tomando como referencia una lámina de 100 mm, se procedió a realizar un balance hídrico de cada uno de los municipios, calculando la reserva de agua en el suelo, déficit, excedentes, cambio en la reserva del suelo, evapotranspiración real (ET_r) y potencial productivo del municipio (relación ET_r/ET_o), este balance permitió

identificar los meses secos y húmedos del año y definir que periodos son aptos para realizar actividades agrícolas.

Después de obtener los respectivos balances hídricos, apoyados en el uso del software Cropwat[®] versión 8.0, se ejecutaron los modelos para dos ciclos anuales de los cultivos de frijol con cosecha de grano seco y de maíz, en los municipios de la región de Ubaté y un ciclo de cultivo en el segundo semestre para los municipios de la región del Guavio. Estos modelos permitieron identificar los requerimientos hídricos de cada uno de los cultivos en las diferentes épocas de siembra, calculando si existe o no requerimiento de riego.

Clasificación climática de los municipios

Posterior a la elaboración de los balances hídricos, se procedió a realizar la aproximación climática de los municipios en estudio mediante la metodología de Caldas-Lang (anexo 2) y Thornthwaite (anexo 3).

La clasificación de Caldas-Lang tiene en cuenta la distribución de los pisos térmicos según su misma clasificación y un índice calculado entre la precipitación y la temperatura de una zona particular la cual se clasifica según una escala de valores (Anexo 2) (Castañeda-Tiria, 2014).

Ospina-Noreña *et al.* (2017), mencionan que la clasificación de Thornthwaite (Anexo 3) se basa en la evapotranspiración potencial (ET_o) para poder definir diversas zonas de vida según el clima de un territorio y su disponibilidad hídrica, teniendo en cuenta que la evapotranspiración es el proceso principal de intercambio de energía, humedad entre la superficie terrestre y la atmósfera, para realizar esta clasificación se debe hacer el cálculo de:

Índice global de humedad (I_m): indica la humedad o aridez de una zona en términos del índice de exceso (I_h) o el índice de aridez (I_a) de una región, según las ecuaciones:

$$I_h = (\text{Excesos}/ET_o) \times 100$$

$$I_a = (\text{Déficit}/ET_o) \times 100$$

$$I_m = I_h - I_a$$

- Variación estacional de la humedad: esta se calcula para complementar el índice global de humedad diferenciando variaciones estacionales de la época seca o húmeda; en el caso de ambientes secos (C₁, D, E) se determina la época húmeda y en ambientes húmedos (A, B, C₂) se determina la época seca del mismo.
- Índice de eficacia térmica: este índice está determinado por la evapotranspiración potencial, siendo factor de la longitud del día y de la temperatura.
- Concentración estival de la eficacia térmica: este índice indica si existe un periodo del año en el que se concentra la mayor cantidad de evapotranspiración y ésta se calcula mediante una relación de la evapotranspiración del trimestre más seco (ET_{ov}) y la evapotranspiración potencial acumulada en un año.

$$EC = (ET_{ov}/ET_o) * 100$$

Resultados

Diagnóstico socio-técnico

Los resultados de las encuestas realizadas con los productores de frijol y maíz en las regiones de estudio permitieron elaborar el diagnóstico socio-técnico de los productores por municipio para el sistema de cultivo frijol y maíz, el cual se presenta mediante estadísticas y gráficas descriptivas de fácil comprensión que muestran la tendencia del comportamiento de cada descriptor aplicado mediante el formato de encuesta.

En la Figura 5 aparecen el número de personas encuestadas; en la región de Ubaté se realizaron 110 encuestas de una muestra de 150 porque el proyecto priorizó el montaje de cuatro Parcelas de investigación participativa agropecuarias (PIPA) en ésta región, respecto a la región de Guavio con dos PIPAs y 40 encuestados. De igual manera, en la región de Ubaté el municipio con la mayor área de siembra en los cultivos de frijol y maíz es Simijaca, por consiguiente, fue donde se proyecto realizar tres de las cuatro PIPAs y por ende la muestra de encuestados fue mayor.

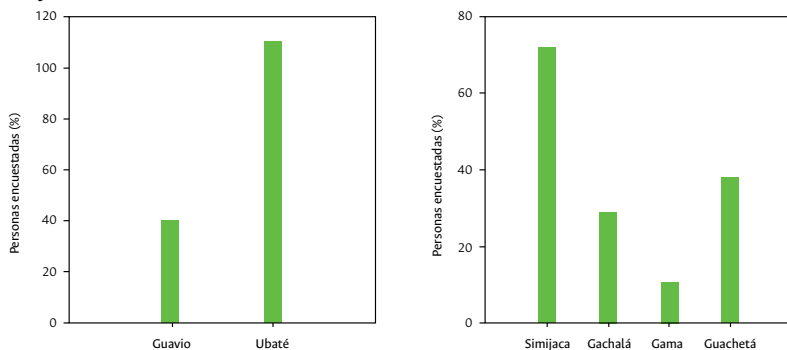


Figura 5. Número de productores encuestados en las dos regiones y por municipios de Cundinamarca.

Sexo y edad de los encuestados

Del total de los encuestados en las regiones de Guavio y Ubaté, el 28% correspondió a mujeres y el 72% a hombres (Figura 6A). El promedio de la edad de los encuestados se muestra en la Figura 6B. El promedio más alto de edad de los encuestados fue para el municipio de Simijaca, seguidos de los municipios de Gachalá, Guachetá y Gama en su orden. Estos datos muestran que en los municipios encuestados las personas dedicadas a la producción agrícola de frijol y maíz pertenecen a una población de adulto mayor debido al éxodo rural de los jóvenes y adultos jóvenes hacia las ciudades. Lo cual conlleva a que la población rural se encuentre en fase de envejecimiento, esto repercute en la escasez de población económicamente activa y por lo tanto en reducción de la mano de obra en este sector productivo.

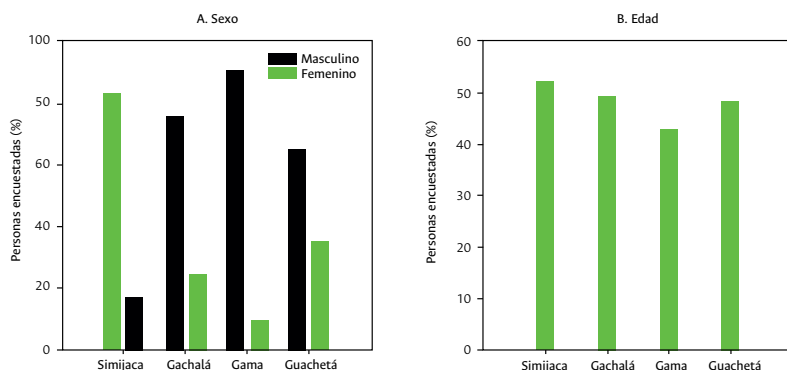


Figura 6. A) Sexo y B) edad de los encuestados en las regiones de Ubaté y Guavio, Cundinamarca.

Asistencia técnica y análisis de suelos

El 83,6% de los encuestados en el municipio de Simijaca no reciben asistencia técnica, el 16,4% reciben asistencia técnica contratada por el mismo productor; 63,2% de las personas encuestadas en el municipio de Guachetá son apoyados por la UMATA del municipio, mientras que el 36,8% restante no reciben apoyo técnico (Figura 7). Por otra parte, en la región del Guavio, Gama se destaca por la asistencia técnica (72,2%) y

programas de charlas de diferentes organizaciones dirigidas a los productores promovidos por la Umata del municipio. Sin embargo, esto no se percibe en el municipio de Gachalá con tan solo 18,8% de los encuestados quienes reciben asistencia técnica. En los municipios encuestados la tendencia que se observa, es la falta de análisis de suelo según lo expresado por el 86,4%, 81,8% y 75% de los encuestados, en los municipios de Simijaca, Gama y Guachetá, respectivamente. De otra parte, el municipio que no sigue esta tendencia es Gachalá en la región del Guavio en la cual el 68,8% de los encuestados realizaron el análisis de suelo debido a un programa subsidiado por el gobierno municipal, factor no considerado por los productores como asistencia técnica.

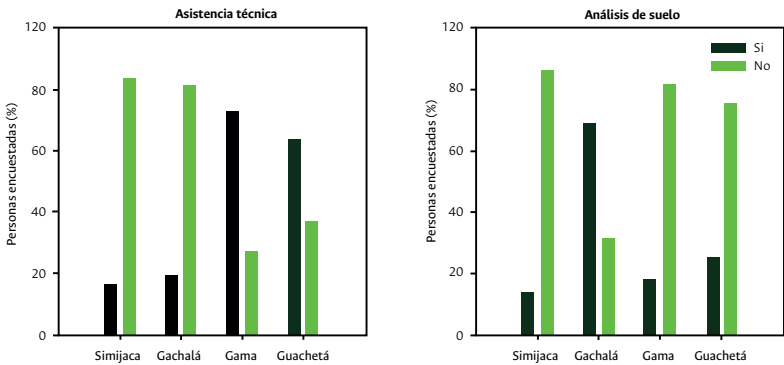


Figura 7. Prácticas de asistencia técnica y análisis de suelo en las regiones de Ubaté y Guavio.

Sistemas de cultivo

En el municipio de Simijaca se cultiva maíz y frijol en asocio de las variedades maíz regional denominado Simijaca porva y frijol regional Bola roja. Así mismo, en el municipio de Guachetá en la región de Ubaté, además de la siembra de maíz y frijol en asocio, el 21% de los productores encuestados se dedican a la ganadería como fuente de ingresos. Por otra parte, en el municipio de Gachalá y Gama, de la región del Guavio, la producción se centra en el cultivo de frijol variedad Sabanero que corresponde a un tipo de Bola roja. En esta región la siembra se desarrolla en

el segundo semestre del año, debido al régimen de precipitación monomodal con el mayor porcentaje de lluvias hacia el primer semestre del año. La siembra de frijol se realiza en relevo con maíz, debido a que posterior a la cosecha de maíz se utilizan las cañas como tutor para el frijol, de esta forma no se realiza el colgado del frijol (Arias *et al.*, 2007).

Preparación del suelo

El nivel tecnológico de las regiones Guavio y Ubaté son contrastantes. En la primera región los productores recurren a métodos manuales de preparación del suelo y de aplicación de agroquímicos debido a las pendientes pronunciadas del terreno y al tamaño pequeño de los predios.

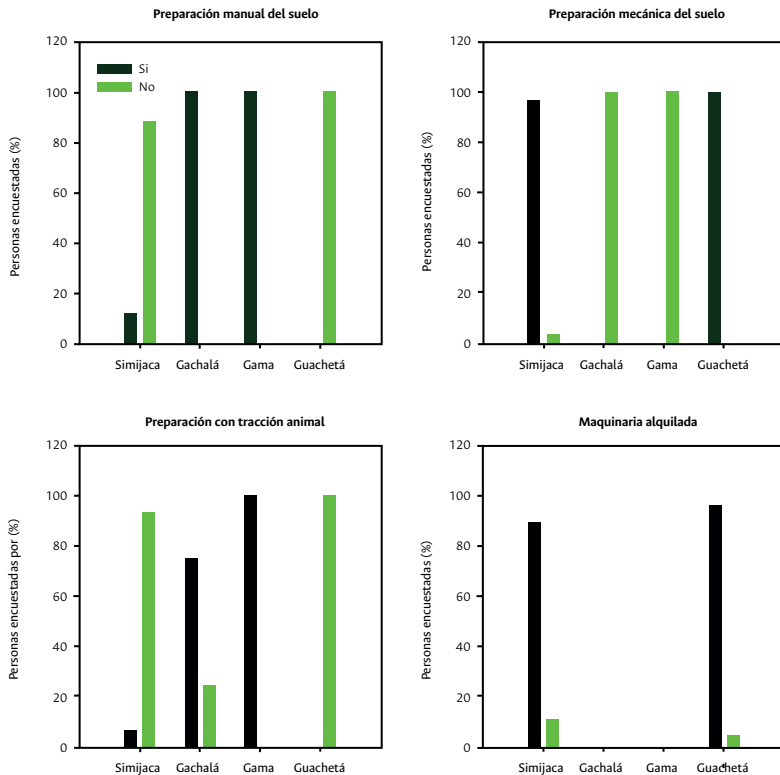


Figura 8. Tipos de preparación del suelo en las regiones de Ubaté y Guavio, Cundinamarca.

De otra forma, en la región de Ubaté se emplea maquinaria para la preparación del suelo y la siembra en algunos casos se realiza utilizando sembradora directa manual denominada "Matraca", la cual permite el abonado y la siembra simultáneamente (Figura 8).

Origen de la semilla

En la mayoría de los casos los productores de las dos zonas de influencia del proyecto usan semilla no certificada (Figura 9). La semilla se compra a otros productores que la seleccionan, o en otros casos la semilla se obtiene de cosechas anteriores del mismo productor. En el municipio de Simijaca el 89,9% de la semilla utilizada es obtenida de productores que almacenan el grano y posteriormente lo venden como semilla debido a su alto costo. El 8,7% de la semilla es propia y el 1,4% se compra en la plaza de mercado. En Guachetá según los encuestados el 46,7% de la semilla se compra en la plaza de mercado, el 40% es adquirida a otros productores y el 13,4% es obtenida y seleccionada por el propio productor. En los municipios de Gachalá y Gama el 100% de los encuestados obtienen su propia semilla de la selección de los granos en la poscosecha (Figura 10).

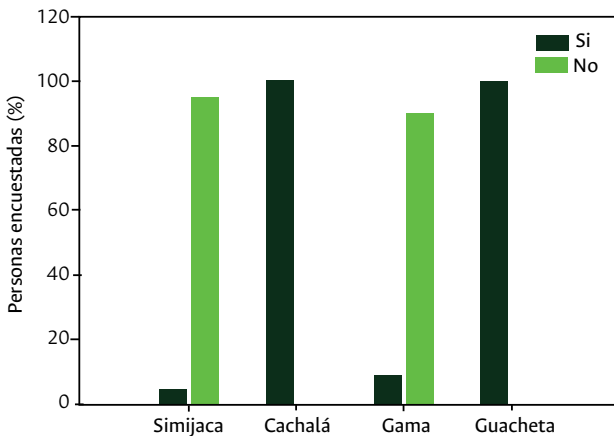


Figura 9. Uso de semilla certificada en las regiones de Ubaté y Guavio, Cundinamarca.

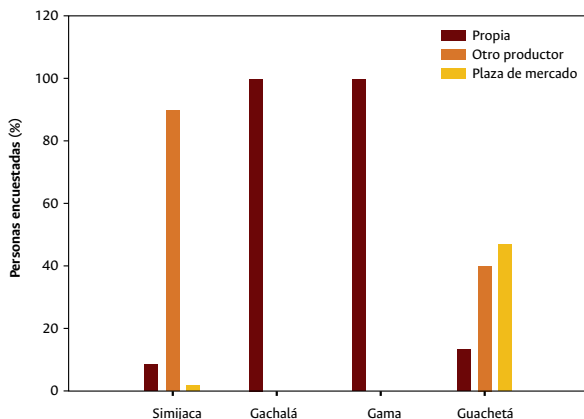


Figura 10. Origen de la semilla en las regiones de Ubaté y Guavio, Cundinamarca.

El costo de la semilla de maíz oscila entre \$400.00 y \$600.000 la carga (100 kg), este valor depende de la disponibilidad de semilla. Uno de los problemas comentados por los productores es la mezcla de semillas de diferentes variedades y procedentes de zonas del país como Santander y Boyacá, y que es comercializada como semilla de maíz Simijaca porva, este tipo de prácticas deteriora la pureza varietal y en consecuencia afecta la calidad de la producción, así mismo, incrementan los problemas por enfermedades y plagas en los cultivos de maíz (Arias *et al.*, 2007). La distancia de siembra utilizada en maíz frecuentemente es de 80 cm x 100 cm en la región de Ubaté. En cada sitio se siembra tres granos de maíz y dos de frijol cuando el sistema de cultivo es en asocio, obteniendo 37500 plantas de maíz y 25000 plantas de frijol por hectárea. En la región del Guavio la distancia entre surcos para frijol voluble o de enredadera en monocultivo en el segundo semestre del año es de 20 cm x 120 cm en promedio, con dos semillas por sitio de frijol Bola roja, que equivale a 83.333 plantas por hectárea.

Fertilización

Una labor de suma importancia en la producción agrícola es la fertilización. En las dos zonas de estudio, la población encuestada informó que realizan prácticas de fertilización química en diferentes momentos

del ciclo del cultivo. En Simijaca y Guachetá el 81,6% y 100%, de los productores, respectivamente, no realizan fertilización química en presiembra (Figura 11). En época de siembra, 69,8% y 100% de los productores de estos municipios realizan aplicación de fertilizante de síntesis química. Sin embargo, se debe resaltar que el mayor aporte de fertilizante al cultivo se realiza en mantenimiento, una vez se establece el cultivo se realiza la fertilización química junto con la deshierba y aporque. Una consideración importante es el hecho que el 100% de los productores de Guachetá mencionan que realizan la fertilización química en siembra y en mantenimiento, en este caso la fertilización se fracciona otorgándole al cultivo los nutrientes en las fases tempranas del crecimiento.

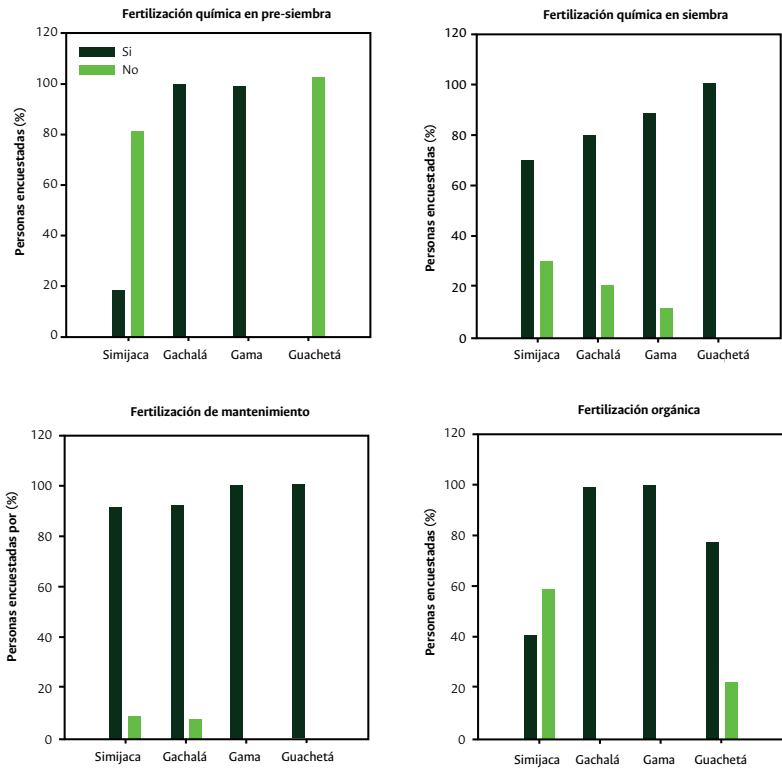


Figura 11. Tipos de fertilización en las regiones de Ubaté y Guavio, Cundinamarca.

Por otra parte, en los municipios de Gama y Gachalá el 100% de los encuestados realiza fertilización química en presiembra, sin embargo, los productores informan que la práctica de fertilización en presiembra corresponde a la labor de encalado para corrección de la acidez del suelo. En los dos municipios de la región del Guavio realizan el fraccionamiento de la fertilización química en siembra y en aporque y deshierba (Figura 11). Así mismo, el 100% de los productores encuestados en los municipios del Guavio realiza fertilización orgánica a razón de 2 ton/ha. En los municipios de Simijaca y Guachetá en la región de Ubaté, el 40,8% y 77,8% de los productores en su orden, realizan aporte de materia orgánica a los suelos. Los principales fertilizantes utilizados en las dos regiones de interés se muestran en la Tabla 1.

Adicionalmente, los productores de los municipios de Gachalá y Guachetá realizan principalmente labores de tutorado en 90% y 100% respectivamente, en Gama cerca del 90% realizan tutorado y aporque, mientras que en el municipio de Simijaca aproximadamente el 55% de los productores realizan aporque únicamente y el 40% tutorado y aporque (Figura 12).

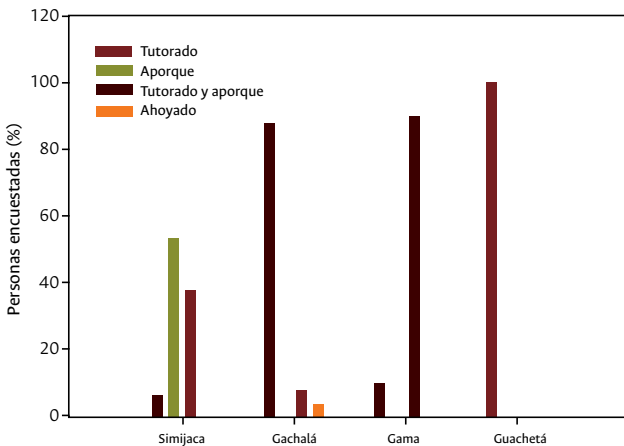


Figura 12. Labores culturales en los cultivos de frijol y maíz en las regiones de Ubaté y Guavio, Cundinamarca.

Tabla 1. Fertilizantes utilizados por los productores de maíz y frijol en las regiones de Ubaté y el Guavio, Cundinamarca.

Fertilizantes compuestos	Fertilizantes simples	Fertilizantes foliares
13-26-6	Urea	Crecer 500
15-15-15	KNO ₃	Nutrimins foliar
18-18-18	DAP	
Nutrimon		
Yara integrador		
Cal dolomita		
Cal agrícola		

Manejo de plagas y enfermedades

En las Tablas 2 y 3 se listan los principales insecticidas y fungicidas utilizados en los municipios de las regiones de Ubaté y Guavio. En el municipio de Simijaca el 95% de los productores utilizan plaguicidas registrados por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) para el control de plagas y enfermedades. Así mismo, en los municipios de Gama y Guachetá el 100% de los encuestados utilizan productos registrados (Figura 13). Sin embargo, en el municipio de Gachalá el número de personas que utilizan productos registrados por el ICA se reduce hasta el 63,2%, esto se puede explicar a la falta de oferta de los insumos debido a la gran distancia de este municipio respecto a la capital del país. Los insumos utilizados en la producción agrícola en los municipios de Gama y Gachalá son obtenidos por los productores directamente en Bogotá debido a que en los puntos de venta locales no se encuentran o son muy escasos.

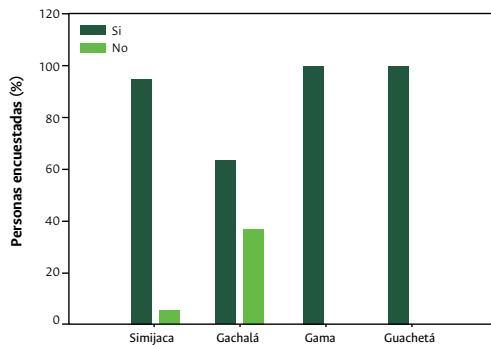


Figura 13. Uso de productos agrícolas registrados por el ICA para el control de plagas y enfermedades por municipio en las regiones de Ubaté y Guavio, Cundinamarca.

Los principales problemas de enfermedades reportados por los productores encuestados en maíz son las manchas foliares por el patógeno *Helminthosporium* spp. que causa lesiones de 1 a 3 cm de longitud sobre las hojas y son de color ocre claro. Otra enfermedad común encontrada en el cultivo de maíz es la roya y su agente causal es *Puccinia sorghi* presentando pústulas sobre las hojas de las plantas de maíz; de manera reciente se reporta en la región de Ubaté el daño causado por una pudrición basal de tallo que produce volcamiento de las plantas, frecuentemente asociado a hongos del género *Fusarium* spp.

Por otra parte, en el cultivo del frijol se presentan enfermedades como la antracnosis ocasionada por el hongo *Colletotrichum lindemuthianum* que produce lesiones en hojas, tallos y vainas, y que ocasiona grandes pérdidas económicas a los productores de frijol. Esta enfermedad se ve favorecida por temperaturas entre 13 y 25°C y humedades relativas altas. Puede ocasionar pérdidas totales de la producción de grano en variedades susceptibles. En promedio se realizan 3 a 4 aplicaciones mensuales de fungicidas por hectárea, en las cuales se utilizan los productos listados en la Tabla 2.

Tabla 2. Fungicidas utilizados por los productores de maíz y frijol en las regiones de Ubaté y Guavio, Cundinamarca.

Nombre comercial	Ingrediente activo	Dosis /200 litros ^x
Daconil	Clorotalonil	1000 g
Derosal	Carbendazim	1000 g
Elosal	Azufre	100 g
Benomil	Benomilo	500 g
Vitavax	Carboxim+Thiram	150 g/kg de semilla
Tilt	Propiconazol	130 cc
Saprol	Triforine	500 cc
Manzate	Mancozeb	2000 g
Dithane	Mancozeb	1500 g
Fitoraz	Propineb	500 g
Ridomil	Mefenoxam+Mancozeb	500 g
Orthocide	Captan	1000 g
Mertect	Tiabendazol	150 cc
Tecnomyl	Carbendazim	250 cc

^x Se utilizan aproximadamente 200 litros de agua por fanegada. Las dosis corresponden a las reportadas por los productores.

Por otro lado, los productores encuestados informan de la presencia de plagas en el cultivo de maíz y frijol, entre estos se mencionan: el gusano trozador (*Agrotis* sp.), que es una plaga secundaria, las larvas son de color café oscuro con líneas oscuras a lo largo del cuerpo, salen del suelo en la noche y se desplazan para alimentarse de la base del tallo. El gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), es una plaga muy voraz que se ubica en los cogollos de las plantas (meristemos apicales), el ataque temprano de esta plaga causa retraso en el crecimiento, además causa daño directo a los tejidos que forman la mazorca lo que repercute en el rendimiento.

Entre los insectos chupadores están los pulgones (*Rhopalosiphum maidis*) que en el maíz se pueden encontrar numerosas colonias en el envés de las hojas, en las inflorescencias masculinas y en las mazorcas. Los pulgones provocan daños directos e indirectos a las plantas que se traducen luego en disminución de rendimiento. La primera complicación se genera por la extracción de grandes cantidades de savia, lo que provoca clorosis, manchas y finalmente muerte de hojas. El segundo tipo de daño se observa cuando las plagas presentes en el cultivo son transmisoras de virus.

En el caso de frijol una plaga del follaje son los crisomelidos (*Diabrotica* sp.), los adultos son pequeños escarabajos que miden de 4 a 6 mm de largo de color verde claro con manchas amarillas en las alas y la cabeza color rojiza. Es el adulto el que se alimenta del follaje, flores y vainas del frijol causando una reducción de la actividad fotosintética de la planta. El daño son pequeñas perforaciones circulares a ovaladas en hojas y vainas del frijol.

Los insecticidas usados para el control de estas plagas se reportan en la Tabla 3, en general se aprecia bajas dosis de los productos aplicados por los productores, hay que tener en consideración que en ocasiones se hacen mezclas de productos insecticidas. Los insumos químicos mencionados no son una garantía del producto ni se tiene interés en promocionarlos por parte de las entidades co-financiadoras del Proyecto CTA-2.

Tabla 3. Insecticidas utilizados por los productores de maíz y frijol en las regiones de Ubaté y Guavio, Cundinamarca.

Nombre comercial	Ingrediente activo	Dosis /200 litros ^x
Lorsban	Clorpirifos	200 cc
Engeo	Tiamethoxam + Lambdacyhalothrina	100 cc
Karate	Lambdacyhalothrina	150 cc
Malathion	Malathion	250 cc
Cypermtrina	Cypermtrina	150 cc
Furadan	Carbofuran	200 cc
Decis	Deltametrina	120 cc
Orthene	Acefato	500 g 100 kg de semilla
Roxion	Dimetoato	150 cc
Rafaga	Clorpirifos	300 cc
Sistemin	Dimetoato	150 cc
Estocada	Methomyl	100 g
Curacron	Profenofos	100 cc
Oberon	Spiromesifen	200 cc
Vertimec	Abamectina	100 cc

^x Se utilizan aproximadamente 200 litros de agua por fanegada. Dosis reportadas por los productores.

Herbicidas

El uso de herbicidas en la producción de maíz y frijol es una herramienta que permite eliminar la competencia del cultivo con las malezas a un menor costo. En la Tabla 4, se relacionan los usados por los productores, entre estos se destacan herbicidas posemergentes a excepción de Metribuzina y Atrazina que son utilizados comúnmente como herbicidas preemergentes aplicados al suelo en los cultivos de frijol y maíz.

Tabla 4. Herbicidas utilizados por los productores de maíz y frijol en las regiones de Ubaté y Guavio, Cundinamarca.

Nombre comercial	Ingrediente activo	Dosis /200 litros ^x
Basagran	Bentazón	2000 cc
Atrazina	Atrazina	2000 g
Roundup	Glifosato	1000 cc
Gramoxone	Paraquat	1000 cc
Cerillo	Paraquat	1000 cc
Sencor	Metribuzina	200 g
Flex	Fomesafen	300 cc

^x Dosis reportadas por los productores.

En otra instancia, los herbicidas Glifosato y Paraquat son utilizados como control de malezas en el barbecho antes de realizar la siembra,

cuando se utilizan en posemergencia presentan el inconveniente del daño al follaje del cultivo ocasionado por la no selectividad. Basagran y Flex son utilizados en postemergencia aplicados al follaje en el frijol debido a la selectividad de estos herbicidas para el cultivo.

Cosecha, poscosecha y comercialización

Tan solo el 38,6% de los encuestados en Simijaca registran el rendimiento de sus cosechas. Esta situación es más preocupante en los demás municipios, puesto que en Gachalá solo el 20% realiza esta actividad, el 27,3% en Gama y el 14,3% en Guachetá. Este problema hace que los productores no conozcan la rentabilidad del cultivo, en parte por la falta de registro de los rendimientos y de los costos de producción. Sin embargo, en los municipios de Gachalá y Gama, se estima que la mayor parte de los costos de producción se deben a las labores culturales expresadas en jornales, que en este caso son desarrollados principalmente por los mismos productores. De esta manera, existe algún grado de subvención por parte de los productores a la producción de frijol (Figura 14).

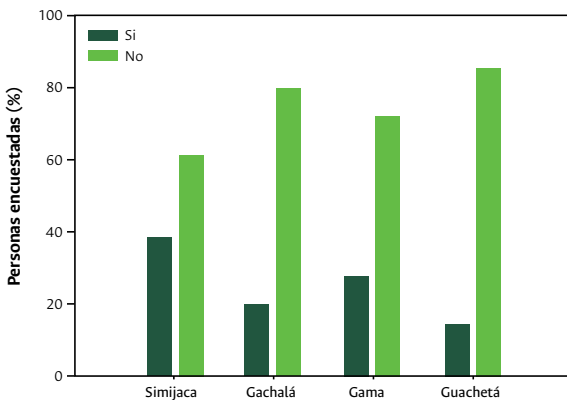


Figura 14. Registro del rendimiento de las cosechas en las regiones de Ubaté y Guavio, Cundinamarca.

El punto de cosecha para maíz y frijol varía dependiendo del destino final que se le dará a la cosecha. Para la cosecha de maíz en choclo los granos deben presentar alrededor del 71 a 74% de humedad y

presentar un color amarillo, este estado se denomina estado lechoso. La cosecha de maíz se realiza cuando los granos han pasado por la madurez fisiológica, es decir han alcanzado su máxima acumulación de materia seca, y la recolección se realiza cuando los granos alcanzan 20% de humedad. De esta manera, para determinar el punto de cosecha se realiza mediante características como el color, la consistencia y el tiempo del producto a cosechar (Figura 15). En el caso del frijol la cosecha se realiza cuando el 90% de las vainas han cambiado de color y las hojas se vuelven amarillas por el proceso de senescencia y ocurre la defoliación. Las plantas de frijol en campo obtienen un secado natural del grano perdiendo humedad de manera uniforme y la cosecha se realiza antes que las vainas se sequen demasiado y se abran ocasionando pérdidas.

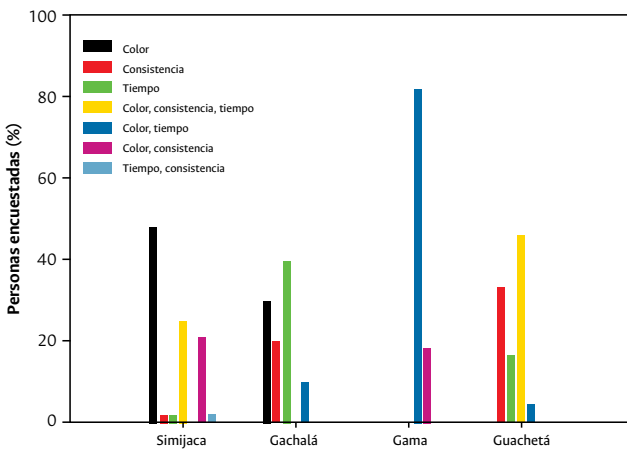


Figura 15. Factores determinantes del punto de cosecha en los cultivos de frijol y maíz en las regiones de Ubaté y Guavio, Cundinamarca.

En los municipios de Simijaca el 59,5% de los encuestados informaron que la cosecha se recolecta en costales, en Gachalá el 75% y en Guachetá el 95%, mientras que en Gama se realiza en lonas (Figura 16). Así mismo, el tipo de empaque que se utiliza para la cosecha es el mismo utilizado para la comercialización del producto. El costo de los costales de fique es cercano a los \$2500 por unidad y la lona de polipropileno

tiene un costo de \$500. El empaque utilizado para la comercialización de maíz choclo es el costal de fique, mientras para el frijol y el maíz seco se utilizan lonas. Sin embargo, en el comercio se ofertan costales de polipropileno de bajo costo y permiten un buen transporte y cuidado del producto.

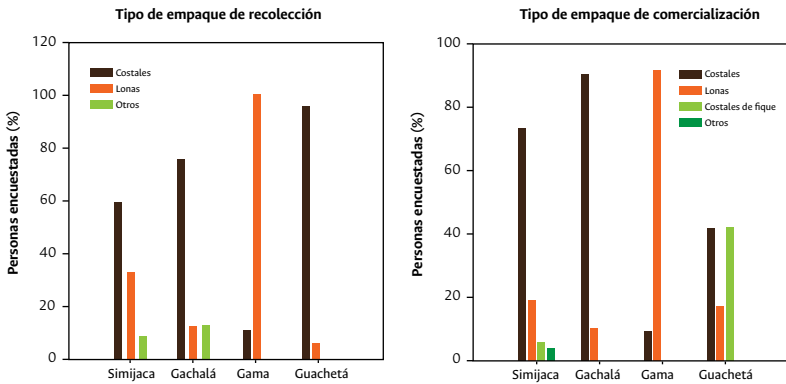


Figura 16. Tipos de empaque en recolección y comercialización de cosecha de frijol y maíz en las regiones de Ubaté y Guavio, Cundinamarca.

En el municipio de Gama la venta del grano de frijol se realiza en pequeñas cantidades, el 90,9% de los productores venden la cosecha a intermediarios quienes recolectan la producción de varios productores para luego comercializarla a mayoristas como Abastos. En el municipio de Gachalá el 52,4% de los productores venden sus productos a minoristas, es decir en plaza de mercado.

En el municipio de Simijaca el destino del producto en 35,5% es para mayoristas como Abastos y en menor medida a intermediarios (25,8%) (Figura 17). Esto se debe a que los productores en este municipio pueden pagar costos de flete para llevar sus productos a Bogotá debido a la cercanía del municipio. En Guachetá se presenta otra situación en la cual el 25% de los productores comercializan sus productos a la asociación que les representa, en su mayoría de los productores de este municipio son ganaderos y la venta de leche se realiza a las asociaciones ganaderas.

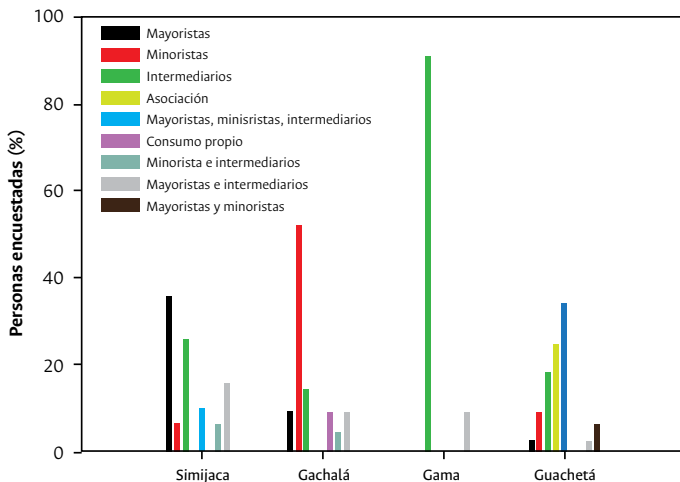


Figura 17. Destino final de la cosecha de frijol y maíz en las regiones de Ubaté y Guavio, Cundinamarca.

Costos de producción

Un resultado importante de las encuestas con productores fue la compilación de la información útil para elaborar los costos promedios de producción de maíz y frijol para las regiones de Ubaté y Guavio.

En la Tabla 5 se resumen los costos promedio de producción de maíz en la región de Ubaté. El costo promedio total por hectárea de maíz fue de \$2.943.800,00 de los cuales el 63% corresponde a labores que incluyen preparación del suelo (8%), siembra (6%), labores de aplicación de plaguicidas y fertilizantes (25%) y cosecha (24%). Así mismo, el 35% de los costos totales corresponden a insumos, destacando el costo de fertilizantes (7%) y plaguicidas (22%).

Para la especie frijol en la región de Ubaté se estimaron los costos de producción por hábito de crecimiento del frijol, así en frijol arbustivo se tiene que el costo de producción total fue de \$5.856.000,00 del cual el 29,7% del monto corresponde al valor de los insumos, entre ellos 9,22%

es para agroquímicos destinados al manejo fitosanitario y el 20,5% para semilla y fertilizantes, le sigue en menor proporción el costo de mano de obra para las diferentes labores del cultivo que alcanza el 26,12%, los costos de cosecha con el 15,36% y la mecanización con el 6,57% (Tabla 6).

En el frijol tipo voluble o de enredadera al ser el ciclo de vida más largo que el frijol tipo arbustivo y por requerir tutor para siembras en monocultivo los costos de producción son considerablemente más altos, alcanzando un monto de \$11.677.000,00 en la región de Ubaté. El rubro que demanda mayor valor es la mano de obra que alcanza el 34,4% del total, debido a alto número de aplicaciones por su ciclo de vida largo y por el tutrado, le sigue el costo de los insumos con 16,91% destacandose el insumo semilla y la fertilización que suman el 8,13% del porcentaje de insumos, la cosecha demanda el 15,4% de los costos y el sistema de tutorado por cosecha que es del 13,7%; cuando el cultivo se establece por primera vez el costo de tutorado es alto pero este se difiere a tres o cuatro cosechas. Independiente del hábito de crecimiento del frijol resulta la mecanización como la actividad con menor afectación en los costos de producción del cultivo, en frijol voluble solo alcanza el 3,0% (Tabla 7).

Por otra parte, el costo de producción promedio total por hectárea de frijol en la región del Guavio se muestra en la tabla 8, con un total de \$4.958.975,00. La mayor parte de estos costos corresponden a mano de obra (39%) y un 58% de los costos totales usados en materiales, así para tutorado el 45% e insumos como fertilizantes el 4% y plaguicidas el 5%. Teniendo en cuenta que el tutorado tiene una vida útil de cuatro años los costos de producción de frijol descienden a \$2.711.475 por hectárea anual durante los restantes tres años.

De lo anterior se tiene que los costos de producción son variables por región de producción dado un nivel tecnológico aplicado, lo que a su vez, influye en la producción y rentabilidad de los cultivos.

Tabla 5. Costos de producción de maíz por hectárea en la región de Ubaté. 2016.

Actividades	Unidad	Cantidad	Precio unitario (\$)	Valor total (\$)	
1. Labores					
1.1. Preparación del suelo					
Mecanizada	Hora	5	40.000	200.000	
1.2. Siembra					
Siembra y tapada - abonada	Jornal	5	30.000	150.000	
1.3. Labores culturales					
Aporques	Jornal	8	30.000	240.000	
Control Sanitario				-	
Aplicación de fungicidas	Jornal	3	30.000	90.000	
Aplicación de insecticidas	Jornal	3	30.000	90.000	
Control de Malezas					
Aplicación de herbicidas	Jornal	2	30.000	60.000	
Fertilización					
Fertilizantes compuestos	Jornal	3	30.000	90.000	
Fertilizantes foliares	Jornal	2	30.000	60.000	
1.4. Cosecha y beneficio					
Recolección	Jornal	20	30.000	600.000	
Subtotal (suma de 1.1 a 1.4)				1.580.000	
2. Insumos					
2.1. Semillas					
	Kilo	12	5.000	60.000	
2.2. Fertilización					
Compuestos	15-15-15 ó 13-26-6	Kilo	100	1.600	160.000
Foliares	Crecer 500	Kilo	4	8.000	32.000
2.3. Control sanitario					
Herbicidas	Roundup o Gramoxone	Litro	3	18.000	54.000
Insecticidas	Decis	Litro	1	90.000	90.000
	Lorsban	Litro	1	27.000	27.000
	Engeo	Litro	1	130.000	130.000
	Furadan	Litro	1	32.000	32.000
Fungicidas	Ridomil	Kilo	4	15.000	60.000
	Dithane	Litro	1	23.000	23.000
	Daconil	Litro	1	45.000	45.000
	Tilt	Litro	1	78.000	78.000
2.4. Empaques					
	Costal de fique	Costal	25	3.000	75.000
Subtotal insumos				866.000	
3. Otros costos					
3.1. Administración C.D. 5%				47.800	
Subtotal otros costos				47.800	
Total costos por ha (labores, insumos y otros)				2.493.800	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Costos de producción de frijol arbustivo para grano seco por hectárea en la región de Ubaté, 2016.

Labor	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
1. Costos directos					
1.1. Insumos					
	Cal dolomita	50 kg	20	7.500	150.000
	Herbicida Basagran	Litro	2	85.000	170.000
	Semilla Bacatá	Kilo	60	10.000	600.000
	Fertilización 10-20-20	Kilo	300	1.500	450.000
	Insecticida Decis	Litro	2	75.000	150.000
	Fungicida Mancozeb	Kilo	7	15.000	105.000
	Fungicidas	Litro	2	35.000	70.000
	Coadyudantes	Litro	3	15.000	45.000
Subtotal					1.740.000
1.2. Mecanización					
	Arado	Horas	6	35.000	210.000
	Rastrillada	Horas	4	35.000	140.000
	Surcada	Horas	1	35.000	35.000
Subtotal					385.000
1.3. Mano de obra					
	Aplíc. Cal y abono orgán.		4	30.000	120.000
	Aplicación de insecticidas		6	30.000	180.000
	Aplicación de fungicidas		4	30.000	120.000
	Siembra		7	30.000	210.000
	Desyerbas		30	30.000	900.000
Subtotal					1.530.000
1.4. Cosecha					
	Cosecha		20	30.000	600.000
	Selección		10	30.000	300.000
Subtotal					900.000
1.5. Otros costos					
	Riego		10	30.000	300.000
	Recolección equipo riego		3	30.000	90.000
Subtotal (suma de 1.1 a 1.5)					390.000
					4.945.000
2. Costos indirectos					
2.1. Administración					
					300.000
2.2. Otros costos					
	Asistencia técnica	Ciclo	1		150.000
	Transporte de la cosecha	Kilo	2500	40	100.000
	Transporte de insumos	Global			50.000
	Arriendo	Mensual	6	200.000	200.000
	Empaque de fique	Costal	50	2.000	100.000
	Cabuya	Rollo	1	11.000	11.000
Subtotal (suma 2.1 y 2.2)					911.000
Subtotal (suma 1 y 2)					5.856.000
Valor venta			Kilo	2500	4.800
					12.000.000
Costo de producción					5.856.000
Utilidad Venta de la producción					6.144.000
Rentabilidad					105%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Costos de producción de frijol voluble para grano seco por hectárea en la región de Ubaté. 2016.

Labor	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
1. Costos directos					
1.1 Insumos	Cal dolomita	50 kg	20	7.500	150.000
	Herbicida Basagran	Litro	2	85.000	170.000
	Semilla	Kilo	50	10.000	500.000
	Fertilización 10-20-20	Kilo	300	1.500	450.000
	Insecticida Decis	Litro	1	70.000	70.000
	Fungicida Mancozeb	Kilo	10	15.000	150.000
	Fungicidas Tecnomil	Litro	5	35.000	175.000
	Hilaza	Kilo	20	11.000	220.000
	Coadyudantes	Litro	6	15.000	90.000
Subtotal					1.975.000
1.2. Mecanización					
	Arado	Horas	4	40.000	160.000
	Rastrillada	Horas	4	40.000	160.000
	Surcada	Horas	1	35.000	35.000
Subtotal					355.000
1.3. Mano de obra					
	Aplicación de insecticidas		6	30.000	180.000
	Aplicación dengicidas		8	30.000	240.000
	Construcción de tutorado		25	30.000	750.000
	Adecuación del sistema de riego		5	30.000	150.000
	Siembra		5	30.000	150.000
	Colgada		30	30.000	900.000
	Recolgadas		25	30.000	750.000
	Desyerbas		30	30.000	900.000
Subtotal					4.020.000
1.4. Recolección y cosecha					
	Cosecha		30	30.000	900.000
	Trilla y selección		30	30.000	900.000
Subtotal					1.800.000
1.5. Otros costos					
	Riego		20	30.000	600.000
	Recolección del sistema de riego		5	30.000	150.000
Subtotal					750.000
Subtotal (suma 1.1 a 1.5)					8.900.000
2. Costos indirectos					
2.1. Administración					500.000
2.2. Otros costos					
	Asistencia técnica	Ciclo	1		200.000
	Transporte de la cosecha	Kilo	3.000	40	120.000
	Transporte de insumos	Global			50.000
	Arriendo	Men-sual	8	200.000	83.000
	Depreciación alambre y madera	Men-sual	8	200.000	1.600.000
	Empaque costal de fique	Unidad	100	2.000	200.000
	Cabuya	Rollo	2	12.000	24.000
Subtotal (suma 2.1 y 2.2)					2.777.000
Total (suma 1 y 2)					11.677.000

Producción neta	Frijol de primera	Kilo	3.500		
Valor venta		Kilo	3.500	4.800	16.800.000
Costo de producción					11.677.000
Utilidad	Valor venta - costo de prod.				5.123.000
Rentabilidad					30%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Costos de producción de frijol voluble por hectárea en la región del Guavio. 2016.

Actividades	Unidad	Cantidad	Precio unitario (\$)	Valor total (\$)	
1. Labores					
1.1. Preparación del suelo					
Limpia manual	Jornal	18	25.000	450.000	
1.2. Siembra					
Siembra, tapada y abonada	Jornal	3	25.000	75.000	
1.3. Labores culturales					
Aporque	Jornal	12	25.000	300.000	
Control Sanitario					
Aplicación de fungicidas	Jornal	3	25.000	75.000	
Aplicación de insecticidas	Jornal	3	25.000	75.000	
Desyerbas	Jornal	5	25.000	125.000	
Fertilización					
Fertilizantes Compuestos	Jornal	3	25.000	75.000	
1.4. Cosecha y beneficio					
Recolección	Jornal	20	30.000	600.000	
Empacada	Jornal	5	30.000	150.000	
Subtotal (Suma de 1.1 a 1.4)				1.925.000	
2. Insumos					
2.1. Semillas					
	Kilo	25	8.000	200.000	
2.2. Fertilizantes					
Compuestos	15-15-15	Kilo	150	1.300	195.000
2.3. Control sanitario					
Herbicidas	Glifosato	Litro	4	17.000	68.000
Insecticidas	Sistemin	Litro	1	35.000	35.000
	Roxion	Litro	1	30.000	30.000
	Lorsban	Litro	1	30.000	30.000
Fungicidas	Antracol	Bolsa	2	16.000	32.000
	Fitorax	Bolsa	1	20.000	20.000
	Mancozeb	Litro	2	12.000	24.000
2.4. Empaques	Costal de lona	Costal	20	400	8.000
2.5. Alambre liso*	Alambre	Cono	3	120.000	360.000
2.6. Otros-alambre pua*	Alambre púas	Arroba	5	65.000	325.000
2.7. Postes*	Postes	Postes	625	2.500	1.562.500
Subtotal insumos				2.889.500	
3. Otros costos					
3.1. Administración C.D. 5%				144.475	
Subtotal otros costos				144.475	
Total costos por ha (labores, insumos y otros)				4.958.975	

* Costo del tutorado depreciado a cuatro años. Fuente: Elaboración propia.

Diagnóstico climático

Diagnóstico climático de la región de Ubaté

Los municipios de Simijaca y Guachetá, pertenecientes a la provincia de Ubaté, se ubican en la región norte del departamento de Cundinamarca, influenciada por las cuencas de los ríos Ubaté y Suarez, que tributan su caudal hacia la laguna de Fúquene (CAR, 2014; CAR, 2006). La fisiografía de la región se caracteriza por tener un relieve montañoso alturas que oscilan entre los 3.750 msnm hasta los 2.400 msnm, que discurren hacia el valle generado por la laguna de Fúquene (CAR, 2014).

La región natural del valle de Ubaté, al encontrarse dentro de la región central del departamento de Cundinamarca recibe algunas de las características climáticas de esta región, donde sus periodos de lluvias característicos ocurren bajo un régimen bimodal influenciado por el paso de la Zona de convergencia intertropical (ZCIT), que favorece zonas de baja presión y alta nubosidad por consiguiente lluvias durante su paso (CORPOICA - MAPA, 2015).

Municipio de Simijaca

El municipio cuenta con una estación meteorológica principal bajo la administración de la Corporación Autónoma Regional (CAR), esta estación registra las variables de precipitación, temperatura ambiente, velocidad y dirección del viento, radiación, brillo solar, humedad relativa y evaporación, los datos históricos de esta estación se solicitaron directamente a la CAR, con periodicidad diaria y registros desde el año 1980 hasta la actualidad, datos que fueron usados para generar la línea base climática de este municipio.

Se tuvo en cuenta para la generación de la línea base que los datos usados tuvieran al menos el 70% de los datos completos para cada mes, esto teniendo en cuenta la metodología usada por CORPOICA - MAPA (2015).

A continuación en la Figura 18, se presenta un diagrama ombrotérmico elaborado para el municipio, según el índice de aridez Gausson donde se relacionan las variables de precipitación y el índice del doble de la temperatura media, con el fin de identificar épocas secas del año,

los meses en los que la precipitación se encuentra por debajo de la curva de temperatura se identifica éste periodo como época seca del año.

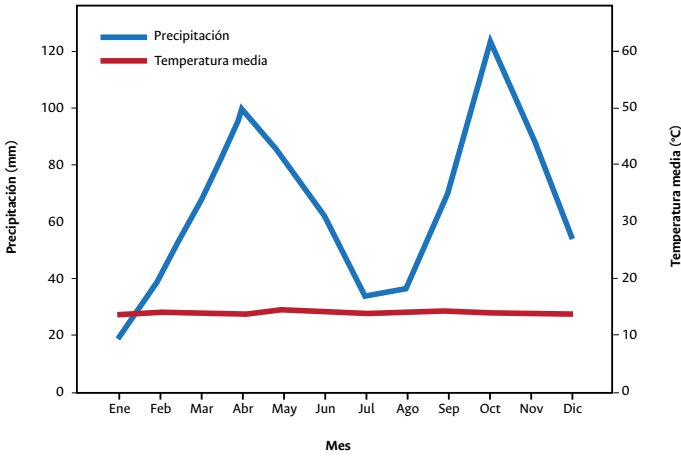


Figura 18. Ombrotérmico del municipio Simijaca, Cundinamarca, según línea base 1975 - 2005.

La Figura 18, muestra la relación entre la temperatura y precipitación registradas en el municipio de Simijaca, se puede observar la distribución bimodal de las lluvias, siendo los trimestres de marzo a mayo y septiembre a noviembre aquellos que registran los mayores picos de lluvias en el municipio, y los periodos de diciembre a febrero y junio a agosto se presentan las épocas secas del año; los dos primeros meses del año, son los que van a presentar mayor dificultad al productor si se desea iniciar un ciclo productivo por la época, dado que los primeros estados fenológicos de los cultivos son los más demandantes de agua.

El municipio de Simijaca se ha caracterizado por basar su agricultura en el modelo secano por falta de acceso al recurso hídrico por medio de sistemas de riego por parte de la mayoría de los agricultores, de tal manera, que si no se realiza una adecuada programación de las siembras con el inicio de las épocas de lluvia se dificulta de manera significativa el desarrollo de los cultivos. Los agricultores del municipio conociendo esta característica del clima, tradicionalmente programan sus siembras

de sus cultivos transitorios en los meses de marzo y septiembre, coincidiendo con el inicio de las lluvias.

La climatología de la región de Ubaté se clasifica como frío-semihúmedo (Fsh) según metodología de Caldas-Lang, donde como resultado se obtuvo que el factor de lluvia corresponde a un valor de 60,6 característico de la clase semihúmedo (sh) según índice de Lang y piso térmico del municipio corresponde a frío con una altitud de 2.559 msnm y una temperatura media anual de 14°C, según clasificación de Caldas, estos resultados coinciden con los informado por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR, 2014).

Según la metodología de Thornthwaite (Anexo 2) la clasificación climática del municipio de Simijaca da como resultado DdA'a (Tabla 9), indicando que el municipio posee un clima semiárido, sin o pocos excedentes hídricos durante cualquier estación, con eficacia térmica megatermal, es decir, que es un municipio con registro muy alto de evapotranspiración y con una eficiencia térmica alta que permite el desarrollo de las especies vegetales; la concentración estival de la eficacia térmica es baja, por lo cual la evapotranspiración se distribuye a lo largo de todo el año y las especies vegetales se pueden desarrollar durante todo el año, para el caso de Simijaca, el desarrollo de cultivos aunque se ve favorecido por la temperatura y evapotranspiración, esta al ser una zona de clima semiárido puede afectar fuertemente el establecimiento y desarrollo de los cultivos si se presenta un periodo seco muy prolongado o no se cuenta con tecnología de riego que permita mitigar esta situación.

Tabla 9. Cálculo de la clasificación climática de Thornthwaite para el municipio de Simijaca.

Índice de Thornthwaite	Valor	Símbolo	Descripción
Índice de exceso (Ih)	0		
Índice de aridez (Ia)	37,10		
Índice de humedad	-37,10	DW	Semiárido
Variación estacional	0	d	Limitada o no hay exceso de agua
Índice eficiencia térmica (Eto)	1239,5	A'	Megatérmico
Concentración eficiencia térmica durante la época seca	24,496	a'	Bajo
Etov (Eto tres meses secos)	303,6		

Como se mencionó anteriormente, la precipitación media anual para la línea base 1975 - 2005 es de 779 mm en condiciones de año neutro, pero por variabilidad climática interanual (eventos ENOS = “El Niño o La Niña, Oscilación del Sur”) pueden presentarse lluvias que superan los 1500 mm en evento La Niña o descender hasta por debajo de los 500 mm en los años caracterizados por eventos El Niño; según CORPOICA-MAPA (2015), la precipitación de la región central del departamento de Cundinamarca durante la presencia de un evento ENOS - El niño puede generar reducciones de hasta el 30% de las lluvias y un evento ENOS - La Niña puede registrar aumento de las lluvias hasta del 60%, esto respecto a las precipitaciones registradas durante un año neutro; esta información coincide por lo registrado en este diagnóstico donde el fenómeno de El Niño de 1992 registro una disminución del 39% de las lluvias, por otro lado durante el 2011 se presentaron condiciones características de fenómeno La Niña, se determinó un incremento del 66% en la precipitación para este municipio.

Los agricultores del municipio tienen la percepción de que las lluvias han disminuido considerablemente durante los últimos 5 años, además existe mucha incertidumbre acerca del inicio de la época de lluvias, retrasando así el inicio de la época de siembra. En la Figura 19, se observa las anomalías de la precipitación en las ultimas dos décadas, teniendo como promedio histórico de precipitación para el municipio el valor de 882 mm anuales, donde se observa la incidencia de años atípicos sean estos secos o lluviosos que son cada vez más frecuentes y acentuados respecto a la precipitación promedio del municipio, esto se corrobora por los índices ONI obtenidos en las últimas décadas (Tabla 10), donde se ha observado una mayor frecuencia e intensidad en la ocurrencia de eventos extremos de clima producto de los fenómenos El Niño y La Niña, esto definido por ciclos fuertes de calentamiento y enfriamiento del océano pacífico, afectando así la actividad agropecuaria.

Para el año 2016 la siembra de cultivos como frijol o maíz no se pudo realizar en los dos ciclos de siembra tradicionales, afectando directamente la economía del agricultor debido a la reducción de su capacidad productiva por efecto del déficit hídrico experimentado en la

zona, agravado por la ocurrencia del fenómeno El Niño 2015 y 2016 y la reducción del área de la laguna de Fúquene. Por otro lado, la tendencia positiva observada en la Figura 19, se puede explicar por la incidencia de fenómenos de La Niña que se caracterizaron por ser intensos y de larga duración. En la Tabla 9, se observa que durante el periodo analizado hubo la incidencia de cuatro fenómenos La Niña, este aspecto se debe tener en consideración debido a que en general la región de Ubaté puede verse afectada por futuras inundaciones, por lo cual se deben realizar estudios para esta región en temáticas de cambio climático y aspectos de planificación territorial, sabiendo que esta zona se caracteriza por una edafología, morfogénesis y geomorfología típicas de condiciones lacustres por la presencia de la laguna de Fúquene.

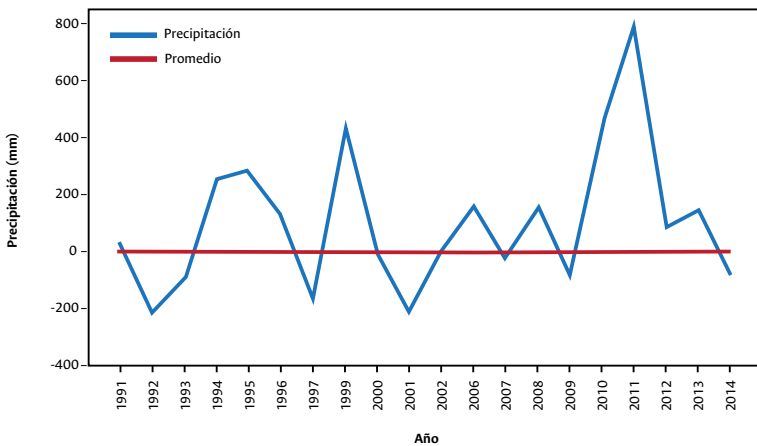


Figura 19. Variabilidad de las lluvias en el municipio de Simijaca para el periodo comprendido de 1991 a 2014, con relación al promedio histórico de 779 mm.

En la Tabla 10, se presentan los índices ONI registrados desde 1990 hasta la actualidad, los valores en rojo indican las anomalías de la temperatura que llevaron a la ocurrencia del fenómeno El Niño; valores en azul indican anomalías que provocan la ocurrencia del fenómeno La Niña y los valores en negro indican años neutros. Como se puede observar durante este periodo de tiempo, la ocurrencia y duración de

eventos extremos Niño y Niña ha sido alta, teniendo repercusión en el comportamiento normal del clima en el país.

Tabla 10. Índice Niño Oceánico (ONI) periodo 1990 a 2016, datos por trimestre. Tomado y adaptado de NOAA, (2016).

Año	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE
1990	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4
1991	0,4	0,3	0,2	0,2	0,4	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	1,2	1,4
1992	1,6	1,5	1,4	1,2	1,0	0,8	0,5	0,2	0	-0,1	-0,1	0
1993	0,2	0,3	0,5	0,7	0,8	0,6	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1
1994	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,9	1,0
1995	0,9	0,7	0,5	0,3	0,2	0	-0,2	-0,5	-0,7	-0,9	-1,0	-0,9
1996	-0,9	-0,7	-0,6	-0,4	-0,2	-0,2	-0,2	-0,3	-0,3	-0,4	-0,4	-0,5
1997	-0,5	-0,4	-0,2	0,1	0,6	1,0	1,4	1,7	2,0	2,2	2,3	2,3
1998	2,1	1,8	1,4	1,0	0,5	-0,1	-0,7	-1,0	-1,2	-1,2	-1,3	-1,4
1999	-1,4	-1,2	-1,0	-0,9	-0,9	-1,0	-1,0	-1,0	-1,1	-1,2	-1,4	-1,6
2000	-1,6	-1,4	-1,1	-0,9	-0,7	-0,7	-0,6	-0,5	-0,6	-0,7	-0,8	-0,8
2001	-0,7	-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,2	-0,3	-0,4	-0,3
2002	-0,2	0,0	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	0,8	0,9	1,1	1,2	1,1
2003	0,9	0,7	0,4	0	-0,2	-0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
2004	0,3	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,7
2005	0,7	0,6	0,5	0,5	0,3	0,2	0	-0,1	0	-0,2	-0,5	-0,7
2006	-0,7	-0,6	-0,4	-0,2	0,0	0,0	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	0,9
2007	0,7	0,4	0,1	-0,1	-0,2	-0,3	-0,4	-0,6	-0,9	-1,1	-1,3	-1,3
2008	-1,4	-1,3	-1,1	-0,9	-0,7	-0,5	-0,4	-0,3	-0,3	-0,4	-0,6	-0,7
2009	-0,7	-0,6	-0,4	-0,1	0,2	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	1,1	1,3
2010	1,3	1,2	0,9	0,5	0,0	-0,4	-0,9	-1,2	-1,4	-1,5	-1,4	-1,4
2011	-1,3	-1,0	-0,7	-0,5	-0,4	-0,3	-0,3	-0,6	-0,8	-0,9	-1,0	-0,9
2012	-0,7	-0,5	-0,4	-0,4	-0,3	-0,1	0,1	0,3	0,3	0,3	0,1	-0,2
2013	-0,4	-0,4	-0,3	-0,2	-0,2	-0,2	-0,3	-0,3	-0,2	-0,3	-0,3	-0,3
2014	-0,5	-0,5	-0,4	-0,2	-0,1	0,0	-0,1	0,0	0,1	0,4	0,5	0,6
2015	0,6	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0	2,2	2,3
2016	2,2	2,0	1,6	1,1	0,6	0,1	-0,3	-0,6	-0,7			

* Cifras en color rojo corresponden a anomalías de la temperatura que provocan el fenómeno El Niño y cifras en azul son anomalías que provocan el fenómeno La Niña.

La Figura 20 muestra el comportamiento de la temperatura y humedad relativa a través del año, igualmente, se muestran las temperaturas máxima, mínima y media registradas cada mes. Se puede apreciar como la temperatura tiene poca variación a lo largo del año, siendo el trimestre diciembre a febrero el periodo donde se registran las mayores temperaturas durante el día y menores temperaturas nocturnas; es además, el periodo donde se presentan los fenómenos climáticos denominados “heladas”, la ocurrencia de heladas es uno de los factores que determina en mayor medida la programación de labores en campo junto con la precipitación, debido a que los agricultores evitan que sus cultivos estén establecidos durante el periodo durante el que puede ocurrir este fenómeno (Figura 20). La temperatura máxima promedio de la zona es de 19,8°C, la media es cercana a los 14°C y la mínima desciende hasta 8,6°C, con una amplitud térmica anual que alcanza los 11,3°C; esta información es similar a la registrada por CORPOICA - MAPA, (2015) y CAR, (2014).

La humedad relativa posee un comportamiento asociado a la temperatura, siendo mayor en los meses donde se presenta las épocas de lluvia y hay descenso de la temperatura, aun así, la humedad relativa de la región es estable registrándose valores promedio entre 65 a 70% (Figura 20). Estas condiciones son adecuadas para el desarrollo de enfermedades que pueden afectar la productividad de los cultivos si no se realiza un adecuado manejo, así mismo, cuando las condiciones de humedad relativa son bajas y la temperatura aumenta, generan un ambiente ideal para la reproducción y desarrollo de los insectos que pueden convertirse en plagas.

Por otra parte, el brillo solar registrado en la región es de 168 horas mensuales, esta variable es relativamente homogénea entre los meses de febrero a noviembre, presentándose un aumento en los meses de diciembre y enero, meses donde se alcanza a registrar más de 200 horas de brillo solar. La radiación solar en esta región asciende 6339 MJ/m²/año. Los vientos de la región son provenientes principalmente de la dirección sureste (SE), registrando las mayores velocidades en los meses de junio a agosto, debido a la influencia de los vientos alisios del suroeste alcanzando velocidades promedio de 2,5 m/s, los meses de noviembre a

abril registran las menores velocidades de viento con un promedio de 1,9 m/s (CAR, 2006).

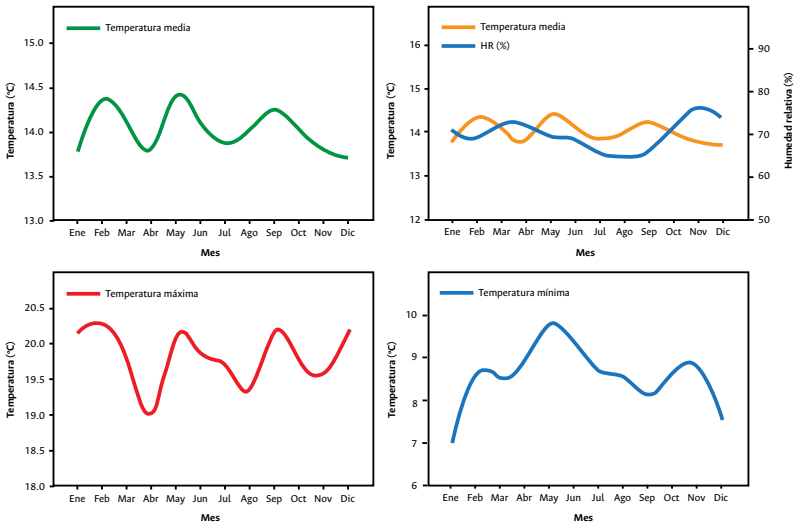


Figura 20. Comportamiento interanual de la temperatura y la humedad relativa en el municipio de Simijaca, región de Ubaté, según línea base 1975 - 2005.

A continuación en la Figura 21 se presenta el comportamiento de la temperatura media, máxima y mínima desde el año 1991 hasta el 2014 y su variabilidad a través del periodo observado, esta coincidió con el registro de los años con evento ENOS presentados en la tabla 10, donde en los años con evento Niño la temperatura aumenta y en los años con evento Niña la temperatura disminuye respecto al promedio. Dentro de este estudio, se observó que el comportamiento de la temperatura durante el periodo 1991-2014, la temperatura máxima muestra una tendencia positiva, caso contrario a la temperatura media y mínima las cuales registran una tendencia negativa, generando que la amplitud térmica en la zona sea mayor en los últimos años, esto conduce a que los ciclos de los cultivos se puedan acortar, debido a una acumulación más rápida de grados días por parte de las plantas que puede incentivar su crecimiento, pero esta tendencia de la temperatura puede favorecer una

mayor frecuencia en la ocurrencia de heladas en el municipio de Simijaca que puedan afectar la producción agrícola de la región.

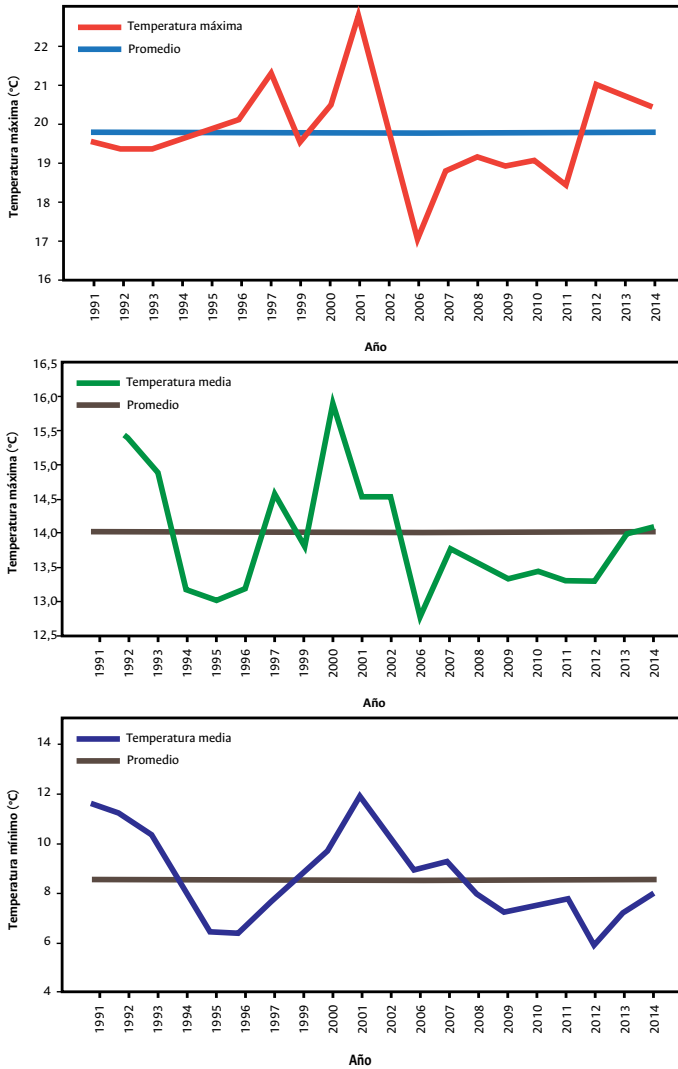


Figura 21. Variación de la temperatura en el municipio de Simijaca para el periodo comprendido de 1991 a 2014, respecto a promedio histórico, según línea base 1975 - 2005.

Municipio de Guachetá

El municipio de Guachetá (Figura 2), cuenta con una estación meteorológica de tipo pluviográfica bajo la administración del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Los registros históricos desde 1980 de las variables climáticas arrojadas por la estación fueron solicitados directamente al IDEAM, con este soporte se generó la línea base climática del municipio.

Debido a la inexistencia de otros datos climáticos para el municipio, se correlacionó los datos climáticos con los de la estación Isla del Santuario del municipio de Fúquene, municipio aledaño a Guachetá, el cual posee características climáticas similares al municipio de Guachetá, principalmente influenciadas por la laguna de Fúquene y similar altitud sobre el nivel del mar de ambos municipios.

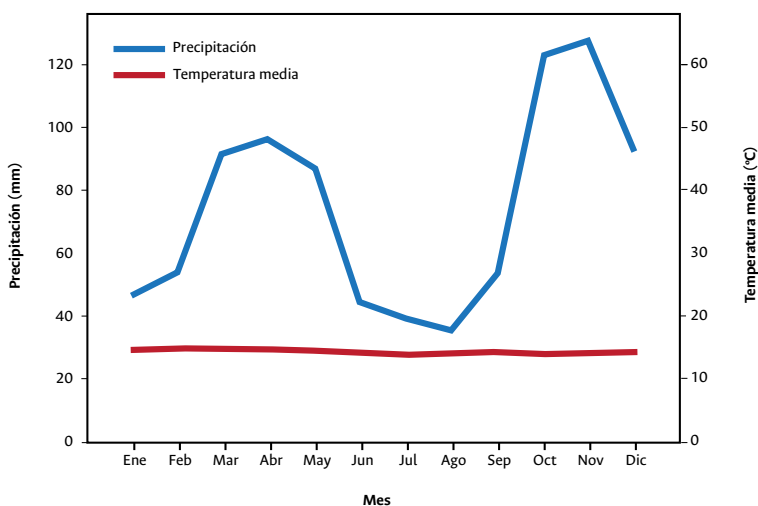


Figura 22. Ombrotérmico del municipio Guachetá, Cundinamarca, según línea base 1975 - 2005.

La Figura 22 presenta un diagrama ombrotérmico elaborado para el municipio, donde se relacionan las variables de precipitación y temperatura media con el fin de identificar épocas secas del año, los meses

en los que la precipitación se encuentre por debajo de la curva de temperatura se identifica este periodo como época seca del año.

En la Figura 22, se puede también observar que existe una distribución bimodal de las lluvias, siendo los trimestres de marzo a mayo y septiembre a noviembre aquellos que registran los mayores picos, este resultado es coincidente con lo caracterizado por los estudios de CORPOICA - MAPA (2015), además se puede observar que durante los meses de enero a febrero y de junio a agosto son los trimestres con menor precipitación durante el año, siendo el trimestre junio a agosto, la época seca del año, por ende es el periodo más limitante para realizar labores de siembra, sin contar con una adecuada disponibilidad del recurso hídrico; la precipitación media anual es aproximadamente de 900 mm en un año típico; según la clasificación de zonas climáticas de Caldas-Lang, se encontró que Guachetá corresponde a la clase frío semihúmedo (Fsh), donde índice de lluvia dio como resultado 60,4 correspondiente a la clase semihúmedo (sh) y según la clasificación de Caldas, Guachetá corresponde a piso térmico frío a una altitud de 2690 msnm y una temperatura media de 14,4°C.

La clasificación climática del municipio de Guachetá según metodología de Thornthwaite dió como resultado $C_1dA'a'$ (Tabla 11), que corresponde a un clima seco subhúmedo, sin o pocos excedentes hídricos durante cualquier estación, con eficacia térmica megatermal indicando que es un municipio con registro muy alto de evapotranspiración y con una eficiencia térmica alta que permite el desarrollo de especies vegetales; la concentración estival de la eficacia térmica es baja, por lo cual durante todo el año se distribuye la evapotranspiración y las especies vegetales se pueden desarrollar durante todo el año, para el caso de Guachetá, el desarrollo de cultivos aunque se ve favorecido por la temperatura y evapotranspiración, ésta al ser una zona de clima seco subhúmedo puede afectar como el caso del municipio de Simijaca fuertemente el establecimiento y desarrollo de los cultivos si se presenta un periodo seco muy prolongado y si no se cuenta con tecnología de riego suplementario para mitigar la situación.

Tabla 11. Cálculo de la clasificación climática de Thornthwaite para el municipio de Guachetá.

Índice de Thornthwaite	Valor	Símbolo	Descripción
Índice de exceso (Ih)	0		
Índice de aridez (Ia)	26,97		
Índice de humedad	-26,97	C ₁	Seco subhúmedo
Variación estacional	0	d	Limitada o no hay exceso de agua
Índice eficiencia térmica (Eto)	1212,9	A'	Megatérmico
Concentración eficiencia térmica durante la época seca	24,335	a'	Bajo
ETov (ETo tres meses secos)	295,15		

Al igual que en el caso de Simijaca, la precipitación de la región central del departamento de Cundinamarca durante la presencia de un evento ENOS - El Niño puede generar reducciones de hasta el 30% de las lluvias y un evento ENOS - La Niña puede registrar aumento de las lluvias hasta del 60%, esto respecto a las precipitaciones registradas durante un año neutro (CORPOICA - MAPA, 2015).

Durante el fenómeno del Niño ocurrido entre 2015 - 2016, la precipitación de la zona se vio fuertemente afectada, forzando a los agricultores a desplazar sus épocas de siembras hacia los meses de marzo y abril, debido a la escases de lluvia, afectando así la planeación de un nuevo ciclo del cultivo para el segundo semestre de 2016.

Por otro lado, el fenómeno de La Niña ocurrido entre 2010 - 2011, Guachetá fue uno de los municipios más afectados por las inundaciones en la provincia de Ubaté, esto se debe a que la precipitación durante esa época fue atípicamente alta, y muchas áreas donde está ubicado el municipio corresponden planicies inundables de la laguna de Fúquene, causando que la capacidad de retención de agua de estos suelos se vea reducida debido a la presencia de agua subsuperficial que mantiene alto el nivel freático del suelo, la cual dificulta la infiltración del agua en caso de que ocurra un evento con exceso de precipitación,

A continuación, la Figura 23 muestra el comportamiento de la temperatura y humedad relativa a través del año, se muestra las temperaturas máxima, mínima y media registradas cada mes.

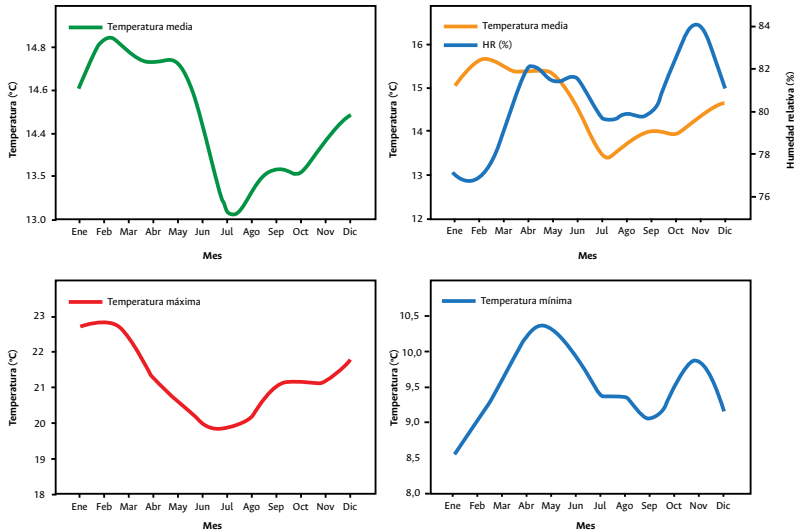


Figura 23. Comportamiento intra-anual de la temperatura máxima, media, mínima y humedad relativa en el municipio de Fúquene - Guachetá, región de Ubaté, según línea base 1975 – 2005.

En la Figura 23, se puede apreciar como la temperatura media tiene poca variación a lo largo del año, con una amplitud de 1°C del mes de febrero como el más cálido respecto a julio el mes más frío, siendo el trimestre enero a marzo el periodo donde se registran las mayores temperaturas durante el día y menores temperaturas nocturnas; es además, el periodo donde se presentan “heladas”, su ocurrencia es uno de los factores que determina en mayor medida la programación de labores en campo junto con la precipitación, debido a que los agricultores evitan que sus cultivos estén establecidos durante el periodo en que puede ocurrir este fenómeno. La temperatura máxima promedio de la zona es de 21,2°C, la media es cercana a los 14°C y la mínima desciende hasta 9,5°C, con una amplitud térmica que alcanza los 11,7°C; ésta información se encuentra dentro de los rangos reportados por CORPOICA - MAPA, (2015) y CAR, (2014).

La humedad relativa, es mayor en los meses donde se presenta las épocas de lluvia y hay descenso de la temperatura, en la región esta variable es estable, registrándose valores promedio entre 75 - 85% (Figura 23). Estas condiciones en Guachetá son adecuadas para el desarrollo de enfermedades que pueden afectar la productividad de los cultivos si no se realiza un adecuado manejo, así mismo, cuando las condiciones de humedad relativa son bajas y la temperatura aumenta, generan un ambiente ideal para la reproducción y desarrollo de insectos que pueden convertirse en plagas.

Diagnóstico climático de la región del Guavio

La región natural del Guavio se localiza en la zona oriental del departamento de Cundinamarca, el clima de esta región está caracterizado por poseer un régimen monomodal de lluvias el cual difiere del resto de municipios del departamento de Cundinamarca por la directa influencia del piedemonte llanero y la precipitación de esta zona se ve moldeada es por el ascenso de los vientos alisios que chocan con la cordillera oriental y no tanto por el paso de la ZCIT (CORPOICA - MAPA, 2015).

Municipios Gama y Gachalá

Los municipios de Gachalá y Gama, se ubican al oriente del departamento de Cundinamarca (Figura 3), asentados alrededor de la represa del Guavio, la precipitación de esta región oscila entre los 1200 mm/año en el caso del municipio de Gama y valores superiores de 2200 mm/año en Gachalá, la fisiografía de la región se caracteriza por ser montañosa de la ladera, la temperatura media de estos municipios oscila entre los 17 a 18 °C.

Los municipios de Gama y Gachalá poseen una serie de estaciones climáticas de tipo pluviométricas bajo la administración del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y Corpoguavio. Los registros históricos desde 1980 de las variables climáticas arrojadas por la estación fueron solicitados directamente al IDEAM y con ésta documentación se generó la línea base climática de los municipios.

Debido a la inexistencia de los otros datos climáticos para cada uno de los municipios, se correlacionó los datos climáticos con los registrados para el municipio de Gachetá, se decidió trabajar con estos datos, debido a que este municipio es el más cercano a Gama y Gachalá que posee estación climática principal, además Gachetá tradicionalmente es el municipio representativo de esta región, por lo que se le considera cabecera municipal de la región del Guavio.

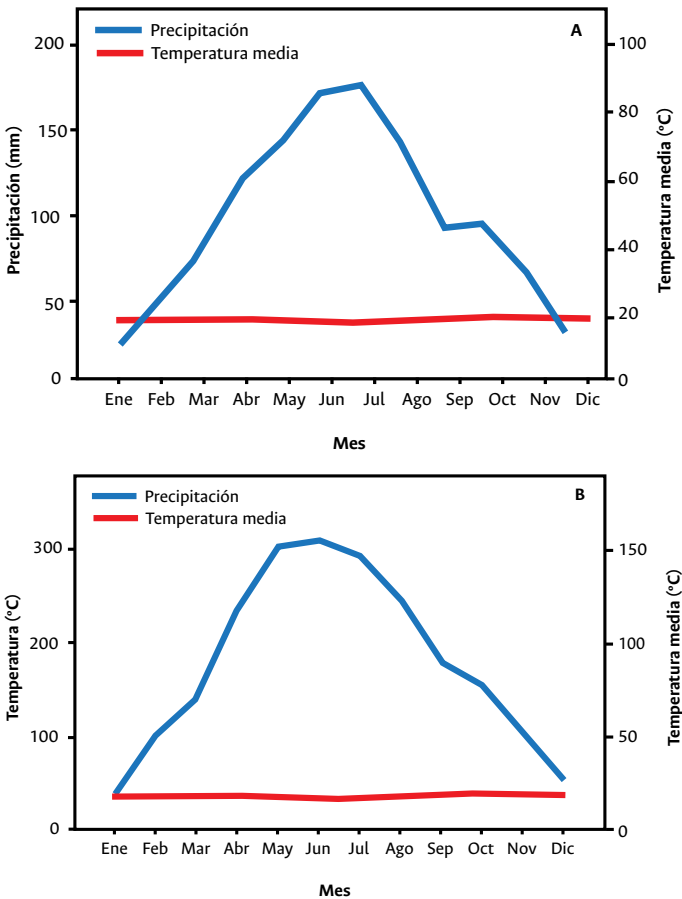


Figura 24. Ombrotérmico del municipio Gama (A) y Gachalá (B) en el departamento de Cundinamarca, según línea base 1975 - 2005.

La Figura 24, presenta un diagrama ombrotérmico elaborado para los municipios de Gama y Gachalá, donde se relacionan las variables de precipitación y temperatura media con el fin de identificar épocas secas del año, los meses en los que la precipitación se encuentre por debajo de la curva de temperatura se identifica este periodo como época seca del año. En la misma figura se aprecia la relación entre la precipitación y la temperatura media características en los municipios de Gama y Gachalá, se puede observar la clara distribución monomodal de las precipitaciones siendo los meses de marzo a noviembre la época de lluvias, se puede apreciar que en Gachalá la precipitación es en promedio de 2.000 mm/año y para Gama este valor desciende a 1.150 mm/año, esta condición se debe a que Gachalá posee mayor influencia del clima característico del piedemonte llanero.

Se observa en la figura 24, que en el municipio de Gama existe un mes seco correspondiente enero, este se debe a que la época seca del año coincide para el periodo noviembre a febrero, pero las condiciones secas de este mes no limitan la producción (ver aparte balance hídrico); en el caso de Gachalá, no se aprecia una época seca dentro del año.

La clasificación climática según metodología de Caldas-Lang ubica al municipio de Gachalá como templado húmedo (Th) con índice de lluvia de 118,7 y clasificación de Caldas de piso templado con una altura aproximada 1.712 msnm y una temperatura media de 18°C. El municipio de Gama está clasificado como frío subhúmedo (Fsh), con índice de lluvia 69,7 y clasificación de Caldas de piso frío con una altura aproximada de 2.180 msnm y temperatura promedio de 17°C.

La clasificación climática del municipio de Gama según metodología de Thornthwaite (Anexo 2) da como resultado $C_2 rB'_4 a'$ (Tabla 12), indicando que el municipio posee un clima húmedo subhúmedo, sin o poco déficit hídrico durante cualquier estación, con eficacia térmica en el cuarto mesotérmico indicando que es un municipio con registro alto de evapotranspiración y una amplia eficiencia para el desarrollo vegetal y concentración estival de la eficacia térmica baja, por lo cual durante todo el año se presenta una alta tasa evapotranspirativa y las especies vegetales se pueden desarrollar durante todo el año.

Tabla 12. Cálculo de la clasificación climática de Thornthwaite para el municipio de Gama en la región del Guavio.

Índice de Thornthwaite	Valor	Símbolo	Descripción
Índice de exceso (Ih)	25,07		
Índice de aridez (Ia)	11,8		
Índice de humedad	13,99	C ₂	Húmedo subhúmedo
Variación estacional	11,08	r	Poca o no hay falta de agua
Índice eficiencia térmica (ETo)	1049,3	B' ₄	Cuarto mesodérmico
Concentración eficiencia térmica durante la época seca	27,51	a'	Bajo
ETov (ETo tres meses secos)	288,7		

La clasificación climática del municipio de Gachalá según metodología de Thornthwaite (Anexo 2) da como resultado B₄rA'a' (Tabla 13), por tanto, el municipio posee un clima muy húmedo, sin o poco déficit hídrico durante cualquier estación, con eficacia térmica megatermal indicando que es un municipio con registro muy alto de evapotranspiración y con una eficiencia térmica alta que permite el desarrollo vegetativo; la concentración estival de la eficacia térmica es baja, por lo cual durante todo el año se presenta una alta tasa evapotranspirativa y las especies vegetales se pueden desarrollar durante todo el año.

Tabla 13. Cálculo de la clasificación climática de Thornthwaite para el municipio de Gachalá en la región del Guavio.

Índice de Thornthwaite	Valor	Símbolo	Descripción
Índice de exceso (Ih)	87,88		
Índice de aridez (Ia)	0,38		
Índice de humedad	87,50	B ₄	Muy húmedo
Variación estacional	0,38	r	Poca o no hay falta de agua
Índice eficiencia térmica (ETo)	1158,5	A'	Megatérmico
Concentración eficiencia térmica durante la época seca	25,66	a'	Bajo
ETov (ETo tres meses secos)	297,2		

Durante la ocurrencia de fenómenos extremos, en el trimestre seco de diciembre a febrero las precipitaciones pueden descender hasta en un 20% en un periodo con fenómeno del Niño y aumentar hasta un 17% en el fenómeno de La Niña; en la época de lluvias la incidencia de

estos fenómenos pueden reducir las lluvias hasta en un 10% en el caso del fenómeno del Niño y aumentarlas hasta en un 5% en el caso de fenómeno de La Niña respecto a la condición de un año neutro (CORPOICA – MAPA, 2015).

La Figura 25, presenta una comparación entre la distribución de la precipitación a lo largo del año de Gachalá y Simijaca, mostrando el comportamiento de esta variable climática en la región de Guavio y en la región de Ubaté.

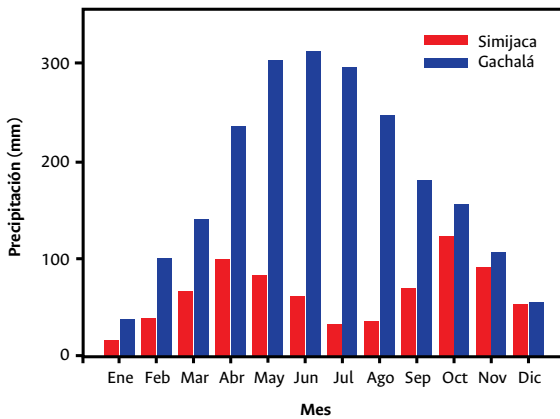


Figura 25. Comparativo de distribución de lluvias entre los municipios de Simijaca, región de Ubaté y Gachalá, región de Guavio.

La Figura 25 muestra la distribución de las lluvias en un municipio de cada región de estudio, se puede observar claramente el régimen monomodal de lluvias y la alta precipitación características de la región del Guavio, mientras que para el caso de la región de Ubaté el régimen es bimodal con precipitaciones no muy altas, pero bien distribuidas durante todo el año, esta condición es apropiada para poder realizar dos ciclos productivos al año, aunque para las épocas secas del año como se mencionó anteriormente la implementación de sistemas de riego, reservorios y sistemas de almacenaje de agua son necesarios para garantizar una óptima producción agropecuaria; mientras que en el caso de la región

del Guavio los ciclos productivos deben planearse para que las siembras no coincidan con los picos de precipitación y así no ocurra muerte de la semilla o plántula por anegamiento, los diseños de sistemas de drenajes en esta región son necesarios para evitar la situación antes descrita.

En la Figura 26, se puede observar que desde la década del 80 la precipitación ha disminuido en un 10% para Gachalá y Gama, esto implica que a futuro las reservas de agua en la región pueden verse afectadas en un evento extremo como el fenómeno del Niño; pero esta condición no corresponde a la percepción de los agricultores de la zona, quienes manifiestan que la cantidad e intensidad de lluvias han ido en aumento.

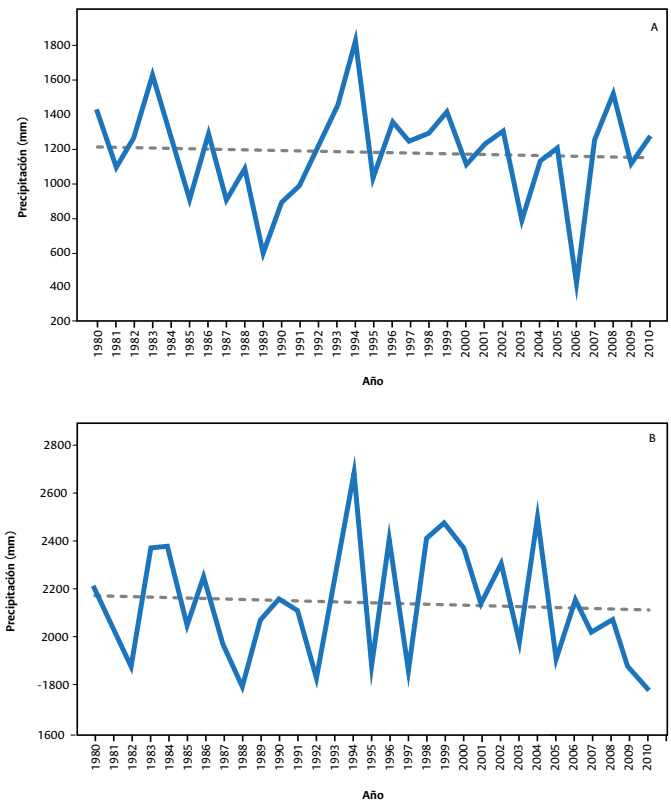


Figura 26. Tendencia de la precipitación entre 1980 a 2010 para los municipios de Gama (A) y Gachalá (B), en la región de Guavio.

La Figura 27, deja ver el comportamiento de la humedad relativa, para el caso de Gachetá, Gama y Gachalá, al ser aledaños a la represa del Guavio, esta variable posee valores altos, que oscilan entre 76 a 84% en promedio, que asciende para el segundo semestre del año en relación a disminución de la temperatura producto de la época de lluvias a partir del mes Abril.

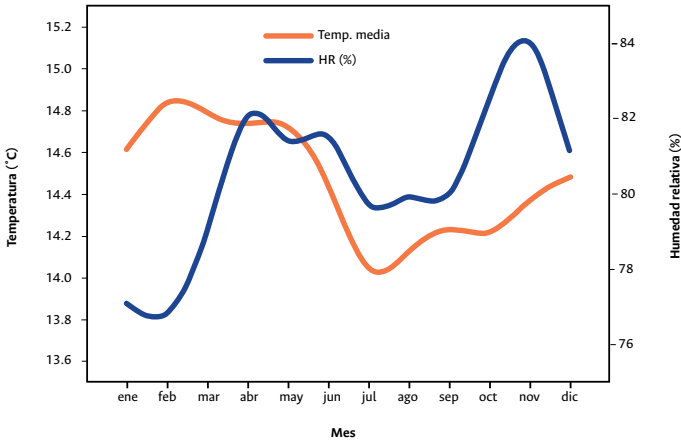


Figura 27. Comportamiento de la humedad relativa y la temperatura promedio en el municipio de Gachetá, Cundinamarca.

La condición previamente descrita genera que los cultivos puedan ser más susceptibles a la incidencia de patógenos durante el ciclo de cultivo, especialmente aquellos que son sembrados durante el segundo semestre del año, como el frijol, tradicionalmente en la región los cultivos de frijol se siembran en el segundo semestre del año para poder aprovechar el descenso de la precipitación y que así el clima no se convierta en un factor tan limitante para la producción, sea por daño mecánico ocurrido por la intensidad de las lluvias o que los patógenos afecten el desarrollo del cultivo.

Balance Hídrico

Los balances hídricos para cada uno de los municipios se obtuvieron después de calcular la evapotranspiración potencial (ET_o) por el método de Penman - Monteith mediante el uso del software Cropwat[®] 8.0 de FAO, como producto del balance hídrico se obtuvo los periodos deficitarios, de excesos y almacenaje de agua en suelo, evapotranspiración real (ET_r), periodos de reposición y utilización del agua del suelo, cociente entre ET_r y ET_o o el potencial productivo de los diferentes meses del año, identificados como aquellos meses donde $ET_r/ET_o \geq 0,6$, meses de recarga o uso del agua disponible en el suelo, este balance se realizó teniendo en cuenta que la capacidad de campo de los suelos de las zonas de influencia del proyecto van desde franco hasta franco arcilloso, tomando como referencia que la capacidad de campo de este tipo de suelos se da con una lámina de 100 mm de agua.

Posteriormente, se procedió a realizar una programación de requerimiento de riego para los cultivos de maíz y frijol con periodo de secado, en cada una de las zonas en donde se realizó el proyecto, teniendo en cuenta fechas tradicionales de siembra en cada uno de los municipios, con la finalidad de poder identificar si la producción que se lleva a cabo por parte del agricultor puede requerir la inclusión o no de sistemas de riego, que puedan mejorar la productividad de sus cultivos.

Municipio de Simijaca

Simijaca se caracteriza por ser un ambiente seco, el balance hídrico de la región presenta un déficit hídrico durante gran parte del año exceptuando los meses de abril, octubre y noviembre que son las épocas del año donde se presenta los picos de lluvias (Tabla 14). El potencial para la producción agrícola de la región se observa en los periodos marzo a junio y de septiembre a diciembre, en los cuales se recomienda el desarrollo de proyectos productivos, enfocados en plantas de bajo requerimiento hídrico durante el ciclo del cultivo, caso del maíz y el frijol que son cultivos que se adaptan a las condiciones de oferta ambiental existentes en el municipio.

Tabla 14. Balance hídrico del municipio de Simijaca, Cundinamarca, según línea base 1975 - 2005.

Variable	Ene	Feb	Maro	Abr	May	Jun	Jul
Precipitacion (mm)	17,8	40,0	68,1	99,3	82,6	61,7	33,8
Eto (mm)	106,4	100,9	108,3	97,2	101,4	100,6	108,6
PP-Eto	-88,6	-60,9	-40,2	2,1	-18,9	-38,9	-74,8
Reserva suelo	0,0	0,0	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0
Déficit (mm)	88,6	60,9	40,2	0	16,8	38,9	74,8
Exedente (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cambio reserva (mm)	0,0	0,0	0,0	2,1	-2,1	0,0	0,0
ETr (mm)	17,8	40,0	68,1	97,2	84,7	61,7	33,8
ETr/ETo	0,17	0,40	0,63	1,00	0,83	0,61	0,31
Uso o Recarga				R	U		

	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Acumul. /prom.
Precipitacion (mm)	36,6	71,0	123,4	91,5	53,9	779,7
Eto (mm)	114,4	109,3	104,0	92,1	96,3	1239,5
PP-Eto	-77,7	-38,3	19,4	-0,6	-42,5	
Reserva suelo	0,0	0	19,4	18,8	0,0	
Déficit (mm)	77,7	38,3	0	0	23,6	459,8
Exedente (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cambio reserva (mm)	0,0	0,0	19,4	-0,6	-18,8	
ETr (mm)	36,6	71,0	104,0	92,1	72,7	779,7
ETr/ETo	0,32	0,65	1,00	1,00	0,75	
Uso o Recarga			R	U	U	

En general Simijaca posee durante todo el año una alta evapotranspiración potencial, que supera la cantidad de precipitación esperada para esta zona durante un año normal, en tan solo los meses de abril y octubre la precipitación logra superar la evapotranspiración de la zona, lo cual permite una recarga parcial del agua almacenada en el suelo. Si se tiene establecido un cultivo durante las épocas secas de mitad de diciembre hasta el mes de febrero y la época de julio a agosto, se recomienda poner especial atención ante la posibilidad de que ocurran heladas en este municipio, propiciada por la fuerte disminución de la temperatura del aire en la noche, poca nubosidad y cielo despejado.

Balance hídrico y requerimiento de riego en el cultivo de frijol en Simijaca

En la Figura 28, se muestra el balance hídrico realizado para el municipio de Simijaca y el requerimiento de riego adicional para dos

ciclos de cultivo de frijol para producción de grano seco, los ciclos elegidos son: marzo a junio y septiembre a diciembre, estos meses son seleccionados con base al potencial productivo que posee el municipio en relación a la evapotranspiración potencial respecto a la evapotranspiración real, las áreas en color rojo corresponden a el riego requerido por el cultivo durante la época de siembra seleccionada, que coincide con el momento de inicio de las lluvias en el municipio.

Asimismo, las condiciones climáticas del municipio de Simijaca generan que la evapotranspiración potencial (ETo), supere en la mayor parte del año al volumen de precipitación de la región. Las condiciones de evapotranspiración de un cultivo, se pueden asociar generalmente a variables como radiación, velocidad del viento, temperatura y precipitación en sí misma que define la disponibilidad de agua para una zona, el cual posee una alta capacidad evaporante.

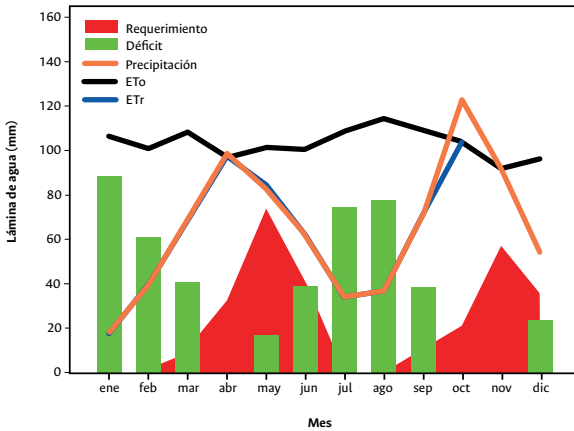


Figura 28. Balance hídrico y requerimiento de riego en el cultivo frijol para grano en seco en el municipio de Simijaca, región de Ubaté.

Otro escenario visible es la evapotranspiración real (ETr), que registra valores menores durante el año respecto a la ETo, se debe principalmente a la disponibilidad de agua en la región, es decir la precipitación, la cual limita éste proceso. Estos factores mencionados determinan

que el balance hídrico de la región sea predominantemente deficitario a excepción de los meses de abril, octubre y noviembre, donde ocurren los picos de lluvias que favorecen la recarga del agua del suelo. Este escenario conlleva a recomendar que la implementación de cultivos de frijol en la zona requieren aporte de agua mediante riego con una lámina de agua entre 120 y 150 mm durante el ciclo de cultivo, dependiendo del semestre seleccionado; la implementación de sistemas de riego es altamente recomendada para las zonas que están más alejadas a la laguna de Fúquene (Tabla 15).

En un estudio realizado por INAT y Corpoica (1997), en donde evaluaron el requerimiento hídrico de frijol voluble en zonas de clima frío, se encontró que el requerimiento hídrico total estaría entre 300 y 362,9 mm por ciclo productivo, para el caso específico del cultivo de frijol en el municipio de Simijaca, el requerimiento hídrico del cultivo frijol es de aproximadamente 300 mm por ciclo productivo, de los cuales, la precipitación solo suple entre 146 y 172 mm/ciclo (Tabla 11). El anterior factor constituye una limitante muy fuerte en la productividad de este cultivo, teniendo en cuenta que dentro del manejo agronómico, muy pocos agricultores incluyen la implementación de sistemas de riego, impactando negativamente el rendimiento del cultivo.

Tabla 15. Requerimiento de riego para cultivo de frijol a cosechar en grano seco en dos ciclos de cultivo por año. Municipio de Simijaca, mediante el uso de software Cropwat[®] 8.0 de FAO.

Mes	Década	Etapa	Kc	ETc	ETc	Prec. Efec*	Req. Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Mar	1	Inic	0,4	1,41	5,7	3,3	1,6
Mar	2	Inic	0,4	1,4	14	9,9	4,1
Mar	3	Des	0,43	1,48	16,3	12,8	3,5
Abr	1	Des	0,66	2,19	21,9	16,9	5
Abr	2	Des	0,91	2,93	29,3	20,2	9,1
Abr	3	Med	1,12	3,62	36,2	18,2	18,1
May	1	Med	1,14	3,72	37,2	15,5	21,6
May	2	Med	1,14	3,73	37,3	14,1	23,2
May	3	Med	1,14	3,76	41,4	12,4	29
Jun	1	Fin	1,06	3,52	35,2	10,7	24,5
Jun	2	Fin	0,69	2,3	23	9,1	14
Jun	3	Fin	0,41	1,39	5,6	2,9	2
Total					303	146	155,5

Mes	Década	Etapa	Kc	ETc	ETc	Prec. efec*	Req. Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Sep	1	Inic	0,4	1,47	8,8	4,8	4,8
Sep	2	Inic	0,4	1,46	14,6	10	4,6
Sep	3	Des	0,45	1,61	16,1	15	1,1
Oct	1	Des	0,68	2,37	23,7	22,3	1,3
Oct	2	Des	0,93	3,13	31,3	28,1	3,3
Oct	3	Med	1,13	3,68	40,5	24,2	16,3
Nov	1	Med	1,14	3,61	36,1	19,2	16,9
Nov	2	Med	1,14	3,5	35	16,4	18,6
Nov	3	Med	1,14	3,52	35,2	13,4	21,8
Dic	1	Fin	1,03	3,19	31,9	10,3	21,6
Dic	2	Fin	0,65	2,01	20,1	7,2	12,9
Dic	3	Fin	0,39	1,25	3,8	1,3	1,3
Total					297,1	172,2	124,5

*Precipitación efectiva: 80% de la precipitación total. Cálculos realizados basados en el balance hídrico calculado con línea base 1975- 2005, con un agotamiento inicial de agua del suelo del 30%. Fechas simuladas de siembra marzo 5 y septiembre 5.

Balance hídrico y requerimiento de riego en el cultivo del maíz en Simijaca

En la Figura 29 y Tabla 16, se puede observar el balance hídrico para el municipio de Simijaca y los requerimientos de riego para un cultivo de maíz bajo las condiciones climáticas de la zona.

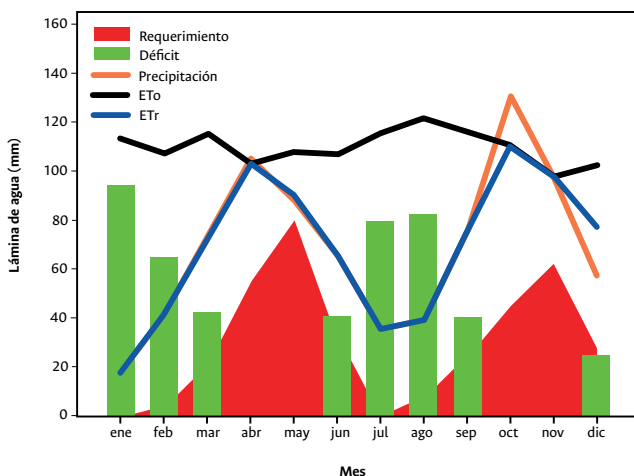


Figura 29. Balance hídrico y requerimiento de riego del cultivo del maíz en el municipio Simijaca, región de Ubaté.

La siembra de maíz se debe programar unos días antes del inicio del periodo de lluvias, es decir para el primer semestre, la siembra se ha de realizar en los últimos 10 - 12 días del mes de febrero y en el segundo semestre también se programa la siembra para los últimos 10-12 días de agosto, esta decisión también permite proteger el cultivo de las heladas que se presentan durante los meses de enero y principios del mes de febrero.

Tabla 16. Requerimiento de riego para cultivo del maíz, para dos ciclos de cultivo durante un año en Simijaca.

Mes	Década	Etapa	Kc	ETc	ETc	Prec. Efec*	Req. Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Feb	2	Inic	0,3	1,08	1,1	0,5	1,1
Feb	3	Inic	0,3	1,07	8,6	6,4	2,1
Mar	1	Inic	0,3	1,06	10,6	8,2	2,4
Mar	2	Des	0,41	1,45	14,5	9,9	4,5
Mar	3	Des	0,68	2,31	25,4	12,8	12,6
Abr	1	Des	0,94	3,13	31,3	16,9	14,4
Abr	2	Med	1,16	3,74	37,4	20,2	17,2
Abr	3	Med	1,18	3,83	38,3	18,2	20,2
May	1	Med	1,18	3,85	38,5	15,5	22,9
May	2	Med	1,18	3,86	38,6	14,1	24,5
May	3	Fin	1,13	3,72	40,9	12,4	28,5
Jun	1	Fin	0,86	2,87	28,7	10,7	18
Jun	2	Fin	0,59	1,97	19,7	9,1	10,6
Jun	3	Fin	0,39	1,33	5,3	2,9	1,7
Total					338,9	157,8	180,9
Mes	Década	Etapa	Kc	ETc	ETc	Prec. efec*	Req. Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Ago	2	Inic	0,3	1,11	1,1	0,3	1,1
Ago	3	Inic	0,3	1,1	12,1	5,7	6,4
Sep	1	Des	0,31	1,13	11,3	8,0	3,3
Sep	2	Des	0,49	1,79	17,9	10,0	7,9
Sep	3	Des	0,74	2,64	26,4	15,0	11,5
Oct	1	Des	1,0	3,45	34,5	22,3	12,1
Oct	2	Med	1,18	3,97	39,7	28,1	11,6
Oct	3	Med	1,19	3,88	42,6	24,2	18,5
Nov	1	Med	1,19	3,76	37,6	19,2	18,4
Nov	2	Med	1,19	3,64	36,4	16,4	20
Nov	3	Fin	1,09	3,35	33,5	13,4	20,1
Dic	1	Fin	0,81	2,51	25,1	10,3	14,8
Dic	2	Fin	0,53	1,65	16,5	7,2	9,3
Dic	3	Fin	0,36	1,17	2,3	0,9	2,3
Total					337,1	181	157,3

*Precipitación efectiva: 80% de la precipitación total. Cálculos realizados basados en el balance hídrico calculado con línea base 1975- 2005, con un agotamiento inicial de agua del suelo del 30%. Fechas simuladas de siembra febrero 17 y agosto 19.

En la Tabla 16 se puede apreciar una programación de requerimiento de riego para el cultivo de maíz en Simijaca, se modeló para dos ciclos de cultivo, en épocas en las que tradicionalmente se siembra en la zona. Podemos apreciar que para el primer semestre la precipitación aporta cerca de 160 mm de agua durante el ciclo, haciendo falta adicionar 180 mm de agua mediante riego. Para el segundo semestre los requerimientos de riego se estiman en 150 mm para poder satisfacer las necesidades del cultivo conjunto con lo que es aportado por la precipitación.

Como se mencionó antes, tradicionalmente en Simijaca, la implementación de sistemas de riego no es una práctica común para este cultivo, implicando que la agricultura de secano en esta región para los agricultores está teniendo problemas en sus cultivos, como bajos rendimientos, incertidumbre en las épocas de siembra y geminación desuniforme de los cultivos.

Municipio de Guachetá

A pesar de la cercanía de Guachetá a la laguna de Fúquene, el balance hídrico del municipio presenta déficit hídrico comprendido entre los meses de enero a septiembre, según el potencial productivo de la región los meses menos aptos para la producción agrícola son los comprendidos en el periodo junio a septiembre debido al déficit de agua en la zona, lo que impide un adecuado desarrollo de los cultivos. Por tanto, se recomienda que los ciclos de cultivo se programen para los periodos de marzo a junio y octubre a enero, donde el potencial productivo no limita el desarrollo de las plantas, se debe tener en cuenta que para el mes de enero la probabilidad de heladas es alta debido a que en este mes se registran las temperaturas ambientales mínimas más bajas (Tabla 17).

Guachetá se caracteriza por poseer durante todo el año una alta evapotranspiración potencial, que supera la cantidad de precipitación esperada para esta zona durante un año normal, en tan solo los meses de octubre y noviembre la precipitación logra superar la evapotranspiración de la zona, lo cual permite una recarga parcial del agua almacenada en el suelo, se debe tener en cuenta que la cercanía del municipio a la laguna de Fúquene permite que haya en el suelo un alto almacenaje de agua.

Tabla 17. Balance hídrico en el municipio de Guachetá, Cundinamarca.

Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
Precipitación (mm)	46,23	53,63	91,04	96,08	86,03	44,34	38,68
Eto (mm)	110,48	105,68	112,8	97,63	96,97	92,2	100,11
PP-ETo	-64,2	-52,0	-21,8	-1,6	-10,9	-47,9	-61,4
Reserva suelo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Déficit (mm)	16,8	52,0	21,8	1,6	10,9	47,9	61,4
Excedente (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cambio reserva (mm)	-47,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ETr (mm)	93,6	53,6	91,0	96,1	86,0	44,3	38,7
ETr/ETo	0,85	0,51	0,81	0,98	0,89	0,48	0,39
Uso o recarga	R						

Variable	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Acum/prom
Precipitación (mm)	35,72	53,18	122,09	127,06	91,68	885,8
Eto (mm)	102,84	100,73	98,61	92,31	102,51	1212,9
PP-ETo	-67,1	-47,5	23,5	34,7	-10,8	
Reserva suelo	0,0	0,0	23,5	58,2	47,4	
Déficit (mm)	67,1	47,5	0,0	0,0	0,0	327,1
Excedente (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cambio reserva (mm)	0,0	0,0	23,5	34,7	-10,8	
ETr (mm)	35,7	53,2	98,6	92,3	102,5	885,8
ETr/ETo	0,35	0,53	1,00	1,00	1,00	
Uso o recarga			R	R	U	

El municipio de Guachetá dentro de los modelos de planificación territorial debe tener muy presente su alta vulnerabilidad a las inundaciones durante los años con eventos La Niña, donde las precipitaciones pueden alcanzar porcentajes superiores al 60% respecto a las registradas durante un año con condiciones neutras y los suelos de esta región naturalmente poseen una alta carga hídrica durante todo el año por su cercanía a la laguna de Fúquene.

Balance hídrico y requerimiento de riego en el cultivo de frijol en Guachetá

La Figura 30, presenta un esquema del comportamiento de las lluvias y la evapotranspiración dominantes en Guachetá, se puede observar que existe un déficit en la reserva de agua del suelo desde enero a septiembre, debido al fuerte potencial de evapotranspiración observado en la zona durante todo el año, el cual supera los 100 mm/mes durante los trimestres secos, la evapotranspiración real se ve disminuida durante el mismo periodo del déficit hídrico del suelo; durante los dos trimestres lluviosos, la recarga hídrica del suelo no es suficiente para poder sostener la producción agrícola bajo el modelo secano, siendo el mes de

octubre el único que no requiere implementación de sistema de riego para el cultivo de frijol, los demás meses del año, se requiere tener riego, si se espera obtener rendimientos adecuados.

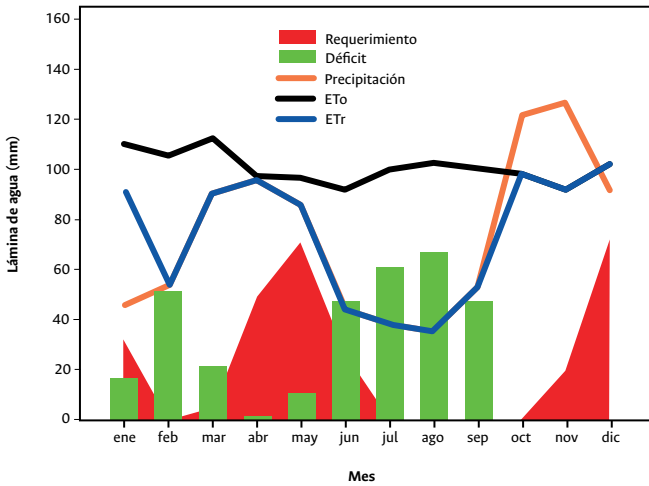


Figura 30. Balance hídrico y requerimiento hídrico del cultivo de frijol en grano seco en el municipio de Guachetá, Cundinamarca.

Tabla 18. Requerimiento de riego para cultivo de frijol a cosecha de grano seco para dos ciclos de cultivo durante un año en Guachetá.

Mes	Década	Etapa	Kc	ETc	ETc	Prec. efec*	Req. Riego
			coef	mm/día	mm/dec		
Mar	1	Inic	0,40	1,47	14,7	14	0,7
Mar	2	Inic	0,40	1,45	14,5	17,3	0
Mar	3	Des	0,56	1,96	21,5	17,4	4,1
Abr	1	Des	0,83	2,82	28,2	17,5	10,7
Abr	2	Med	1,09	3,57	35,7	18,2	17,5
Abr	3	Med	1,19	3,83	38,3	17,1	21,2
May	1	Med	1,19	3,78	37,8	16,4	21,4
May	2	Med	1,19	3,74	37,4	15,8	21,5
May	3	Fin	1,18	3,66	40,3	12,4	27,9
Jun	1	Fin	0,87	2,69	26,9	7,9	19
Jun	2	Fin	0,5	1,51	12,1	3,5	7,7
Total					307,4	157,7	151,7

Mes	Década	Etapa	Kc	ETc	ETc	Prec. efec*	Req. Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Oct	1	Inic	0,4	1,29	12,9	20,3	0
Oct	2	Inic	0,4	1,26	12,6	26,8	0
Oct	3	Des	0,56	1,74	19,1	26,5	0
Nov	1	Des	0,83	2,58	25,8	26,4	0
Nov	2	Med	1,09	3,36	33,6	27,4	6,2
Nov	3	Med	1,19	3,74	37,4	23,7	13,7
Dic	1	Med	1,19	3,84	38,4	19,7	18,8
Dic	2	Med	1,19	3,94	39,4	16,5	22,8
Dic	3	Fin	1,18	4	44	13	31
Ene	1	Fin	0,87	3,04	30,4	8,3	22,1
Ene	2	Fin	0,5	1,77	14,2	3,4	9,9
Total					307,7	212	124,5

*Precipitación efectiva: 80% de la precipitación total. Cálculos realizados sobre el balance hídrico calculado con línea base 1975- 2005, con un agotamiento inicial de agua del suelo del 30%. Fechas simuladas de siembra marzo 1 y octubre 1.

En la Tabla 18, se puede observar que los requerimientos hídricos del cultivo de frijol están en los 307 mm/ciclo; para la implementación del cultivo de frijol en Guachetá, se debe considerar tener disponibilidad de un sistema de riego que permita aportar entre 127 a 152 mm/ciclo.

Balance hídrico y requerimiento de riego en el cultivo del maíz en Guachetá

En la Figura 31 y Tabla 19, se puede apreciar la programación de requerimiento de riego para el cultivo de maíz en Guachetá, se modeló dos ciclos de cultivo, correspondientes en el primer semestre a los meses de marzo a julio y en el segundo semestre octubre a febrero, se puede apreciar que para el primer semestre la precipitación aporta cerca de 164 mm de agua durante el ciclo, haciendo falta adicionar 191 mm de agua mediante sistema de riego. Para el segundo semestre los requerimientos de riego se estiman en 180 mm para poder satisfacer las necesidades de desarrollo del cultivo.

Como se mencionó antes, tradicionalmente en Guachetá, la implementación de sistemas de riego no es una práctica común para este cultivo, implicando que bajo el esquema de agricultura de secano, los agricultores están teniendo problemas en sus cultivos, como bajos

rendimientos, incertidumbre en las épocas de siembra, germinación desuniforme de sus cultivos.

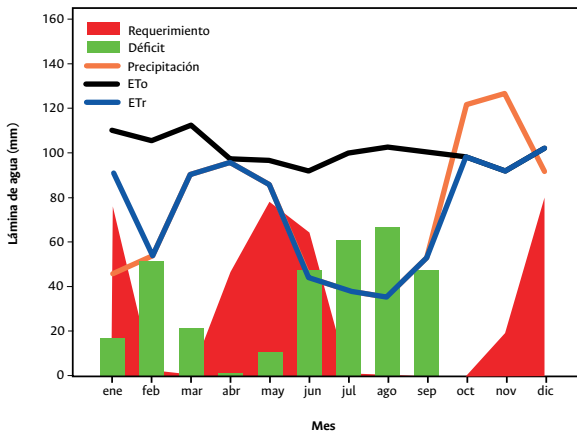


Figura 31. Balance hídrico y requerimiento hídrico cultivo del maíz en el municipio de Guachetá, Cundinamarca.

Se debe tener especial cuidado con la siembra realizada durante el segundo semestre del año, debido a que la fase de formación de mazorcas y llenado de grano coincide para los meses de enero y febrero, si llega a presentarse durante esta época una helada fuerte, la producción se puede ver muy afectada; por ello se recomienda al agricultor implementar sistemas de riego que le permitan tener flexibilidad en la programación de sus ciclos de cultivo.

Tabla 19. Requerimiento de riego para cultivo de maíz, para dos ciclos de cultivo durante un año en Guachetá.

Mes	Década	Etapa	Kc	ETc	ETc	Prec, efec*	Req. Riego
			coef	mm/día	mm/dec		
Mar	1	Inic	0,3	1,1	11	14	0
Mar	2	Inic	0,3	1,09	10,9	17,3	0
Mar	3	Des	0,47	1,63	17,9	17,4	0,5
Abr	1	Des	0,75	2,55	25,5	17,5	8
Abr	2	Des	1,03	3,35	33,5	18,2	15,4
Abr	3	Med	1,25	4,02	40,2	17,1	23,1
May	1	Med	1,26	4,02	40,2	16,4	23,8
May	2	Med	1,26	3,97	39,7	15,8	23,9
May	3	Med	1,26	3,93	43,3	12,4	30,8

Mes	Década	Etapa	Kc	ETc	ETc	Prec, efec*	Req. Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Jun	1	Fin	1,18	3,63	36,3	7,9	28,4
Jun	2	Fin	0,88	2,69	26,9	4,4	22,5
Jun	3	Fin	0,58	1,8	18	4,4	13,6
Jul	1	Fin	0,38	1,2	3,6	1,4	1,2
Total					347	164,4	191,1
Oct	1	Inic	0,3	0,96	9,6	20,3	0
Oct	2	Inic	0,3	0,94	9,4	26,8	0
Oct	3	Des	0,46	1,45	15,9	26,5	0
Nov	1	Des	0,75	2,33	23,3	26,4	0
Nov	2	Des	1,03	3,15	31,5	27,4	4,1
Nov	3	Med	1,24	3,91	39,1	23,7	15,4
Dic	1	Med	1,26	4,06	40,6	19,7	21
Dic	2	Med	1,26	4,17	41,7	16,5	25,1
Dic	3	Med	1,26	4,27	47	13	34
Ene	1	Fin	1,17	4,08	40,8	8,3	32,5
Ene	2	Fin	0,88	3,13	31,3	4,2	27,1
Ene	3	Fin	0,56	2,04	22,4	5,3	17,1
Feb	1	Fin	0,37	1,35	2,7	1,2	2,7
Total					355,4	219,4	179

*Precipitación efectiva: 80% de la precipitación total. Cálculos realizados sobre el balance hídrico calculado con línea base 1975- 2005, con un agotamiento inicial de agua del suelo del 30%. Fechas simuladas de siembra marzo 1 y octubre 1.

Municipios de Gama y Gachalá

Se puede apreciar en la Tabla 20, que en el municipio de Gama la disponibilidad del recurso hídrico no es un factor limitante para la producción agrícola, únicamente el bimestre enero a febrero presenta un potencial productivo por debajo de 0,6, meses que coinciden con meses cesantes en la producción del cultivo de frijol, la programación de las siembras de este cultivo en la región del Guavio se realizan durante el segundo semestre del año, con el objetivo de evitar daños sobre el cultivo a causa de las lluvias fuertes. Esta región tiene una ventaja comparativa por la disponibilidad del recurso hídrico, que permite tener flexibilidad en el momento de programar las diferentes actividades del cultivo.

Similar que, en el caso de Gama en la Tabla 21 se hace referencia al balance hídrico de Gachalá, en éste municipio, al poseer una alta cantidad de precipitación durante el año, la disponibilidad hídrica es abundante y no constituye un factor limitante para la producción en seco, aunque se debe tener cuidado con posibles inundaciones o anegamiento

de cultivos que se pueden presentar con esta oferta hídrica, si no se realiza un adecuado manejo de drenaje de los suelos.

Tabla 20. Balance hídrico del municipio de Gama, Cundinamarca.

Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Precipitación (mm)	23,96	50,38	79,60	121,41	142,41	171,18
Eto (mm)	100,84	94,24	98,44	82,95	81,62	73,8
PP-Eto	-76,9	-43,9	-18,8	38,5	60,8	97,4
Reserva suelo	0,0	0,0	0,0	38,5	99,2	100,0
Déficit (mm)	53,6	43,9	18,8	0,0	0,0	0,0
Excedente (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	96,6
Cambio reserva (mm)	-23,0	0,0	0,0	38,5	60,8	0,8
ETr (mm)	47,0	50,4	79,6	83,0	81,6	73,8
ETr/ETo	0,47	0,53	0,81	1,00	1,00	1,00
Uso o recarga	U			R	R	R

Variable	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Acum / Prom
Precipitación (mm)	176,18	141,87	91,65	94,52	67,83	34,84	1195,8
Eto (mm)	77,58	83,05	87,84	89,26	86,03	93,62	1049,3
PP-Eto	98,6	58,8	3,8	5,3	-18,2	-58,8	
Reserva suelo	100,0	100,0	100,0	100,0	81,8	23,0	
Déficit (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	116,3
Excedente (mm)	98,6	58,8	3,8	5,3	0,0	0,0	263,1
Cambio reserva (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	-18,2	-58,8	
ETr (mm)	77,6	83,1	87,8	89,3	86,0	93,6	932,7
ETr/ETo	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Uso o recarga					U	U	

Las condiciones climáticas de ambos municipios se ven muy influenciadas por la cercanía del pie de monte llanero, condicionando la distribución monomodal de lluvias, debido al ascenso forzado de los vientos alisios que provienen del sur, una gran diferencia entre Gama y Gachalá es el volumen de precipitación, siendo aproximadamente 1000 mm menor en Gama respecto a Gachalá, aun así como se puede apreciar no existe en ningún periodo del año déficit hídrico, teniendo en cuenta esta condición la evapotranspiración real de la zona es igual a la potencial, debido a la plena disponibilidad del recurso hídrico, permitiendo como ya se mencionó la producción agrícola durante todo el año; las acciones de manejo agrícola deben estar encaminadas al manejo de drenajes que permitan evitar proliferación de enfermedades en los cultivos que en

ambientes húmedos se ven favorecidas, además un adecuado manejo de estos drenajes evitara problemas en el establecimiento de los cultivos y muerte en los ya establecidos por efecto de anegamiento.

Tabla 21. Balance hídrico del municipio de Gachalá, Cundinamarca.

Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Precipitación (mm)	38,86	101,44	142,02	235,84	302,30	310,13
Eto (mm)	99,51	98,2	104,98	94,99	95,02	86,62
PP-ETo	-60,7	3,2	37,0	140,8	207,3	223,5
Reserva suelo	0,0	3,2	40,3	100,0	100,0	100,0
Déficit (mm)	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Excedente (mm)	0,0	0,0	0,0	81,1	207,3	223,5
Cambio reserva (mm)	-56,2	3,2	37,0	59,7	0,0	0,0
ETr (mm)	95,1	98,2	105,0	95,0	95,0	86,6
ETr/ETo	0,96	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Uso o recarga	U	R	R	R		

Variable	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Acum / prom
Precipitación (mm)	294,97	246,76	181,50	155,53	106,86	55,70	2171,9
Eto (mm)	90,24	94,97	97,49	100,35	96,51	99,48	1158,4
PP-ETo	204,7	151,8	84,0	55,2	10,4	-43,8	
Reserva suelo	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	56,2	
Déficit (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4
Excedente (mm)	204,7	151,8	84,0	55,2	10,4	0,0	1018,0
Cambio reserva (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-43,8	
ETr (mm)	90,2	95,0	97,5	100,4	96,5	99,5	1153,9
ETr/ETo	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Uso o recarga						U	

Balance hídrico y requerimiento de riego en el cultivo de frijol en Gama y Gachalá

La Figura 32 y la Tabla 22, presentan los requerimientos hídricos de un cultivo de frijol establecido durante el segundo semestre, como se puede observar los requerimientos de riego en el municipio de Gama se observan desde el mes de septiembre, momento que la precipitación en el municipio esta disminuyendo, requiriendo que se suministre 112 mm durante el ciclo de cultivo a partir de la etapa de desarrollo, si bien éste requerimiento hídrico es menor al observado en los municipios de la región de Ubaté, es importante garantizar el suministro del agua requerida para el cultivo, para que los rendimientos del cultivo sean optimos.

En el caso de Gachalá, el requerimiento de riego es menor y se concentra hacia las últimas cinco semanas del cultivo, en época de llenado y madurez de vainas, el aporte de riego necesario para garantizar una óptima producción asciende a 42 mm distribuidos en esas últimas semanas del cultivo, coincidentes con el inicio de la época seca en la región en los meses de noviembre y diciembre.

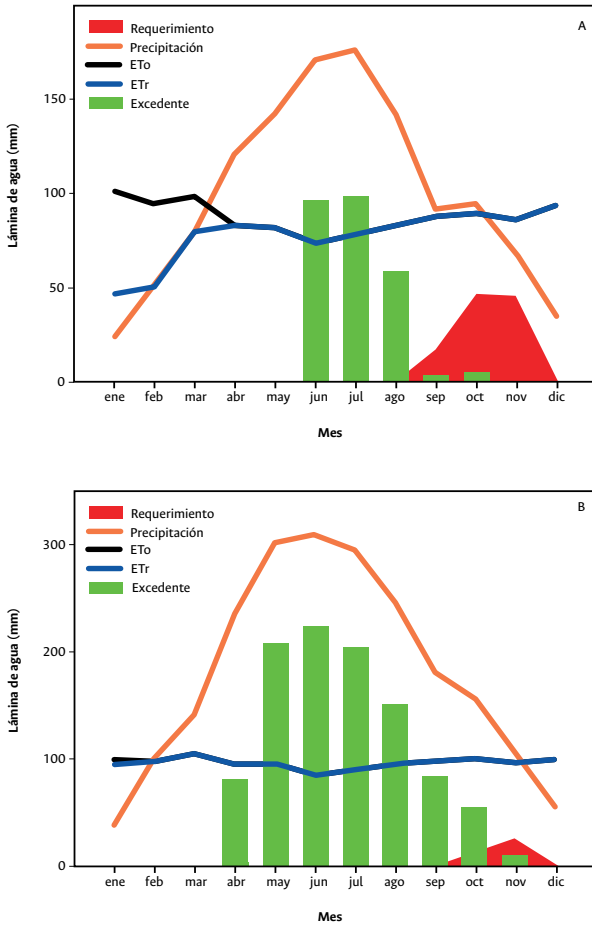


Figura 32. Balance hídrico en los municipios de Gama (A) y Gachalá (B) en la región de Guavio en Cundinamarca y requerimiento hídrico del cultivo de frijol en el segundo semestre.

Tabla 22. Requerimiento de riego para el cultivo de frijol, en el segundo semestre en los municipios de Gachalá y Gama, Cundinamarca.

Gachalá							
Mes	Década	Etap	Kc	ETc	ETc	Prec, efec	Req. Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Ago	2	Inic	0,4	1,23	7,4	35	0
Ago	3	Inic	0,4	1,25	13,8	52,4	0
Sep	1	Des	0,47	1,49	14,9	45,2	0
Sep	2	Des	0,7	2,28	22,8	39	0
Sep	3	Des	0,95	3,07	30,7	37,1	0
Oct	1	Med	1,12	3,63	36,3	36,3	0
Oct	2	Med	1,13	3,65	36,5	34,3	2,2
Oct	3	Med	1,13	3,64	40,1	29,7	10,3
Nov	1	Med	1,13	3,63	36,3	24,8	11,5
Nov	2	Fin	0,99	3,18	31,8	20,5	11,3
Nov	3	Fin	0,6	1,94	19,4	16,3	3,1
Dic	1	Fin	0,37	1,19	2,4	2,2	2,4
Total					292,2	373	40,8

Gama							
Mes	Década	Etap	Kc	ETc	ETc	Prec, efec	Req. Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Ago	2	Inic	0,4	1,07	6,4	18,2	0
Ago	3	Inic	0,4	1,1	12,1	25,7	0
Sep	1	Des	0,47	1,32	13,2	19,6	0
Sep	2	Des	0,69	2,01	20,1	14,5	5,7
Sep	3	Des	0,92	2,69	26,9	15,4	11,5
Oct	1	Med	1,09	3,16	31,6	17,7	14
Oct	2	Med	1,1	3,18	31,8	18,3	13,5
Oct	3	Med	1,1	3,17	34,9	15,6	19,3
Nov	1	Med	1,1	3,16	31,6	12,6	19,1
Nov	2	Fin	0,96	2,77	27,7	10,2	17,5
Nov	3	Fin	0,59	1,73	17,3	8	9,3
Dic	1	Fin	0,37	1,09	2,2	1,1	2,2
Total					255,8	176,7	112

*Precipitación efectiva: 80% de la precipitación total. Cálculos realizados sobre el balance hídrico calculado con línea base 1975- 2005, con un agotamiento inicial de agua del suelo del 30%. Fechas simuladas de siembra: agosto 5.

Conclusiones y recomendaciones

- Los productores en los municipios objeto de la encuesta manifiestan tener varias dificultades, una de ellas es la falta de realizar análisis de suelos a cultivar, esto propicia que la fertilización se realice siguiendo las tendencias de la zona y de las cantidades utilizadas siempre por los productores, sin tener en cuenta los requerimientos del cultivo ni de la disponibilidad de nutrientes en el suelo. Por otra parte, el uso de semilla no certificada puede incrementar la incidencia de enfermedades transmitidas por la semilla, así mismo, pueden deteriorar la calidad de las variedades cultivadas, ocasionando la presencia de fenotipos no deseables en los cultivos, reduciendo el rendimiento y por lo tanto el ingreso de los productores.
- La asistencia técnica es un insumo muy importante para la implementación de nuevas tecnologías, y el acompañamiento de los productores por parte de profesionales en ciencias agropecuarias puede mejorar los sistemas productivos al aplicar tecnologías en manejo de la nutrición, fitosanidad y fitomejoramiento siguiendo un enfoque social y el uso sustentable de los recursos naturales. De esta manera, la asistencia técnica debe llevar de la mano capacitaciones en el registro de insumos, costos y rendimiento de los cultivos, este es uno de los problemas identificados por los productores de las regiones encuestadas. También las asociaciones cumplen una buena función en el trabajo cooperativo de los productores. Sin embargo, la función de estas no se percibe en la comercialización de los productos agrícolas como el maíz y el frijol.
- Durante la construcción de este diagnóstico, se pudo identificar que la escasez de información constituye una de las mayores problemáticas al momento de analizar la situación de los municipios del departamento, se hace un llamado a los diversos estamentos gubernamentales y no gubernamentales que incentiven la generación de proyectos que permitan obtener una amplia red de seguimiento y recolección de información climática, proyectos que permitan

identificar los diversos riesgos a los que cada uno de los municipios del país se están enfrentando ante los potenciales escenarios de cambio climático y, se busquen alternativas y soluciones que permitan mitigar o prevenir los efectos adversos de un clima cambiante sobre las diversas actividades humanas.

- El estudio climático con la información del diagnóstico generó productos valiosos de la oferta ambiental y de los requerimientos climáticos para los cultivos de frijol y maíz en las dos regiones Ubaté y Guavio, que se espera sirvan como base documental de las entidades de Gobierno local y para realizar una verdadera transferencia de tecnología a los productores que pueden ser los beneficiarios y usuarios directos de la información para el manejo de sus cultivos.
- Una actividad importante para posicionar los productos de la zona de estudio es la creación de una marca de maíz propia para los productores de Simijaca, con la cual se diferencie el producto y se le dé valor agregado, esto teniendo en consideración que la mazorca del maíz Simijaca tiene reconocimiento de calidad en los mercados locales y mayoristas. Una ventaja importante es la presencia de asociaciones de productores en la región de Ubaté, lo que hace posible una mayor interacción con los productores para halonar procesos.
- El proyecto CTA - 2 en la fase diagnóstico aportó alto valor agregado en formación profesional ya que contó con personal experto en diferentes especialidades de la agronomía y de la climatología que se ubicaron en el campo en las diferentes locaciones para interactuar con las comunidades agropecuarias y entidades de Gobierno de las regiones de Ubaté y Guavio y para brindar soporte técnico a los productores de frijol y maíz.
- La fase diagnóstico socio - técnica y de clima brindó el acercamiento entre las entidades participantes del proyecto, Gobernación de Cundinamarca, Alcaldía Mayor de Bogotá y la Universidad Nacional de Colombia con la comunidad de productores de frijol y maíz en las dos regiones de estudio y las alcaldías municipales para conocer procesos agrícolas susceptibles a mejorar, de tal manera, que al implementar el subproyecto “Mejoramiento de la competitividad de los cultivos de frijol y maíz en las regiones de Ubaté y Guavio en el departamento de Cundinamarca” en aspectos de la agronomía como variedades, establecimiento del cultivo, nutrición del cultivo, manejo de plagas y enfermedades, cosecha y poscosecha y climatología se transfirió el conocimiento adecuado a los productores y se espera éxito en su proceso de adopción.



Gachalá, Cundinamarca

Bibliografía consultada

- Alcaldía de Gachalá. 2016. Identificación del municipio. Consultada el 30 de septiembre de 2016. Disponible en: <http://www.gachala-cundinamarca.gov.co>.
- Alcaldía de Gama. 2016. Identificación del municipio. Consultada el 30 de septiembre de 2016. Disponible en: <http://www.gama-cundinamarca.gov.co>.
- Alcaldía del municipio de Guachetá. 2016. Nuestro municipio. Información general. Consulta web en: http://www.guacheta-cundinamarca.gov.co/informacion_general.shtml
- Alcaldía del municipio de Simijaca. 2016. Nuestro municipio. Información general. Consulta web en: http://www.simijaca-cundinamarca.gov.co/informacion_general.shtml
- Arias, J.H., M. Jaramillo y T. Rengifo. 2007. Manual Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de Frijol Voluble. FAO, Gobernación de Antioquia, MANA y Corporice. Medellín. 146 pp.
- Arias, M., D. Bocarejo, A. Ibañez, C. Jaramillo, M. Fernández y J Kisner. 2012. Cuando el crecimiento viene de afuera: dinámicas territoriales en Susa y Simijaca. Berdegú, J. y F. Modrego. De Yucatán a Chiloé. Dinámicas Territoriales en América Latina, Ed. Teseo, Buenos Aires.
- Cámara de comercio de Bogotá. 2008a. Caracterización económica y empresarial de las provincias de cobertura de la CCB: Ubaté. Consultada el 30 de septiembre de 2016. Disponible en: <http://bibliotecadigital.ccb.org.co/handle/11520/2889>
- Cámara de Comercio de Bogotá. 2008b. Caracterización económica y empresarial de la provincia de Guavio, Bogotá. Consultada el 30 de septiembre de 2016. Disponible en: <http://bibliotecadigital.ccb.org.co/handle/11520/2875>
- Castañeda-Tiria, P.M. 2014. Zonificación Climatológica Según el Modelo Caldas-Lang de la Cuenca Rio Negro Mediante el Uso del Sistema de Información Geográfica SIG. Repositorio Universidad Militar Nueva Granada. Consulta

- web: <http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/11701/2/ARTICULO%20ZONIFICACION%20CLIMATOLOGICA%20SEGUN%20MODELO%20CALDAS%20-%20LANG%20CUENCA%20DE%20RIO%20NEGRO.pdf>
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). 2006. Elaboración de los estudios de diagnóstico, prospectiva y formulación para la cuenca hidrográfica de los ríos Ubaté y Suarez (Departamento de Cundinamarca), Cuenca rio Simijaca 2401-08. 131 pp.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). 2014. Elaboración de los estudios de diagnóstico, prospectiva y formulación para la cuenca hidrográfica de los ríos Ubaté y Suarez (Departamento de Cundinamarca), Cuenca rio alto Ubaté 2401-02. 164 pp.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). 2015. Producto 1: Caracterización de la variabilidad climática y zonificación de la susceptibilidad territorial a los eventos climáticos extremos, En: Reducción del riesgo y adaptación al cambio climático, Tercer informe semestral, Departamento de Cundinamarca: 94 pp.
- DANE (2005) (En línea). Censo general de 2005. Información básica, Procesado con Redatam+SP, CEPAL/CELADE 2007. Consultada el 11 de septiembre de 2016. Disponible en: www.dane.gov.co/censo.
- Instituto Nacional de Adecuación de Tierras, INAT y Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica. 1997. Manejo de cultivos bajo riego en distritos de pequeña escala. Manual de asistencia técnica n° 5. Bogotá. 174 pp.
- NOAA, 2016. Cold and Warm Episodes by Seasons. Consulta web en: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ens-oyears.shtml.
- Ospina-Noreña, J.E., C.A. Domínguez-Ramírez, E.E. Vega-Rodríguez, A.E. Darghan-Contreras y L.E. Rodríguez-Molano. 2017. Analysis of the water balance under regional scenarios of climate change for arid zones of Colombia. *Atmosfera* 30(1): 63-76.

Anexo 1. Formato encuesta aplicada durante la fase de diagnóstico

1. IDENTIFICACIÓN DEL PREDIO			
Municipio _____	Vereda _____		
Finca _____			
2. DATOS DEL ENCUESTADO			
¿Cuáles son sus nombres y apellidos: _____			Sexo M <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/>
Documento de identificación: CC <input type="checkbox"/> TI <input type="checkbox"/> CE <input type="checkbox"/> No _____			
Fecha de nacimiento: Año _____ Mes _____ Día _____	Edad: _____ años		
Nacionalidad _____	Departamento _____	Municipio _____	
Estado civil: Casado <input type="checkbox"/> Soltero <input type="checkbox"/>			
Número de hijos: _____			
¿Cuál es su número de teléfono? Fijo _____ Celular _____			
Es usted el			
Productor(a) <input type="checkbox"/>	Mayordomo <input type="checkbox"/>	Gerente <input type="checkbox"/>	Empleado(a) <input type="checkbox"/> Administrador(a) <input type="checkbox"/> Familiar <input type="checkbox"/>
Cultivo _____	Variedad _____	Área Sembrada _____	fanegadas _____
Costo / ha _____	hectáreas _____		
Tiene asistencia técnica	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Costo/área de siembra/ciclo de cultivo
Tipo de asistencia técnica	Umata <input type="checkbox"/>	Casa comercial <input type="checkbox"/>	Particular <input type="checkbox"/>
	Otro <input type="checkbox"/>	Cual? _____ <input type="checkbox"/>	
2.1. Realiza análisis de suelo Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			
Frecuencia con que realiza el análisis de suelo	Annual <input type="checkbox"/>	Bianual <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>
	Cual? _____ <input type="checkbox"/>		
Donde realiza el análisis de suelo	Corpoica <input type="checkbox"/>	Universidad Nacional <input type="checkbox"/>	Cenipalma <input type="checkbox"/>
	Otro <input type="checkbox"/>	Cual? _____ <input type="checkbox"/>	Costo/análisis de suelo _____

Realiza preparación del suelo manual	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Costo/jornal
	Jornales /área de siembra		
Realiza preparación de suelo con tracción animal	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Horas/ área de siembra _____ Costo/día
Realiza preparación de suelo de forma mecánica	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Costo/hora
	Horas/ área de siembra		
La maquinaria es	Propia <input type="checkbox"/>	Alquilada <input type="checkbox"/>	
Realiza trazado	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Costo/Jornal
	Jornales/área de siembra		

Realiza fertilización química en la presiembra	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>		
	Producto	Kg / área de siembra	Costo/Kg.	Costo / área de siembra
	_____	_____	_____	_____
	_____	_____	_____	_____
	_____	_____	_____	_____

Realiza fertilización química en la siembra	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>		
	Producto	Kg / área de siembra	Costo / kg	Costo / área de siembra
	_____	_____	_____	_____
	_____	_____	_____	_____
	_____	_____	_____	_____

Realiza fertilización química de mantenimiento	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Número de aplicaciones por ciclo de cultivo _____	
	Producto	Kg / área de siembra	Costo/Kg.	Costo / área de siembra
	_____	_____	_____	_____
	_____	_____	_____	_____
	_____	_____	_____	_____

Realiza fertilización orgánica	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Costo del producto/área de siembra.	Costo de aplicación/área de siembra	Número de aplicaciones por ciclo
--------------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------

Utiliza semilla certificada por el ICA	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Origen _____
--	-----------------------------	-----------------------------	--------------

Que forma de siembra realiza	Directa <input type="checkbox"/>	Transplante <input type="checkbox"/>	cultivo <input type="checkbox"/>
------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	----------------------------------

Densidad de siembra	Unidades por sitio de siembra _____
	Distancia entre plantas _____
	Distancia entre surcos _____
	Número de plantas por m ² _____

Qué tipo de riego utiliza	Costo equipo /área de siembra	Costo aplicación / área de siembra
Aspersión <input type="checkbox"/>	_____	_____
Micro aspersión <input type="checkbox"/>	_____	_____
Goteo <input type="checkbox"/>	_____	_____
Otro <input type="checkbox"/>	_____	_____
Cual? <input type="checkbox"/>	_____	_____

Número de riegos por ciclo cultivo	_____
------------------------------------	-------

2.6 Labores Culturales			
Labor	Número de labores por ciclo de cultivo	Costo labor / área de siembra	
Tutorada <input type="checkbox"/>	_____	_____	
Plateo <input type="checkbox"/>	_____	_____	
Aporque <input type="checkbox"/>	_____	_____	

Utiliza productos registrados por el ICA para su cultivo		Si <input type="checkbox"/>		No <input type="checkbox"/>		Donde compra los productos		
Realiza Control químico de plagas y enfermedades		Si <input type="checkbox"/>		No <input type="checkbox"/>				
Producto	Plaga / enfermedad	Costo/lit ó Kg. de producto	Dosis/ ha	Dosis/ área de siembra	Nºaplicaciones / ciclo de cultivo	Costo de mano de obra /aplicación		
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____		
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____		
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____		
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____		
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____		
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____		
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____		
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____		
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____		
Realiza desyerba	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Jornales / área de siembra	Costo/Jornal	Numero de desyerbas/ ciclo de cultivo			
			_____	_____	_____			
Control químico de malezas	Producto	Maleza	Costo/lit ó kg de producto	Dosis/ha	Dosis/ área de siembra	Nºaplicaciones / ciclo de cultivo	Costo mano de obra/ aplicación	
	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
3.1. Cómo determina el punto de cosecha en su producto?				Color	<input type="checkbox"/>			
				Consistencia	<input type="checkbox"/>			
				Tiempo	<input type="checkbox"/>			
				Otro	<input type="checkbox"/>			
				Cual? _____	<input type="checkbox"/>			
Realiza la cosecha de forma manual			Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>				
			Nº jornales/ cosecha	Costo jornal	Nº de cosechas / ciclo cultivo			
			_____	_____	_____			
Realiza la cosecha de forma mecanizada			Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>				
			Nº horas maquina/ cosecha	Costo / hora	Nº de cosechas/ciclo cultivo			
			_____	_____	_____			
3.3. Qué tipo de empaque utiliza para la recolección de su producto		Empaques		Costo/unitario	Unidades / ciclo de cultivo			
		Canastillas		<input type="checkbox"/>	_____			
		Canastas		<input type="checkbox"/>	_____			

Cajas de cartón	<input type="checkbox"/>	_____	_____
Costales	<input type="checkbox"/>	_____	_____
Cajas de Madera	<input type="checkbox"/>	_____	_____
Bolsas	<input type="checkbox"/>	_____	_____
Otra	<input type="checkbox"/>	_____	_____
Cual? _____			

3.4. Registra el rendimiento total de su cosecha

Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	kg / planta / ciclo cultivo	kg / ha / ciclo cultivo	kg / m ²	kg / cosecha / área de siembra	Tallos / año / área de siembra
		_____	_____	_____	_____	_____

4.3 Empaque

Tipo de empaque		g - kg / unidad de empaque	Costo / Unidad de empaque	Costo/kg
Canastillas	<input type="checkbox"/>	_____	_____	_____
Costales	<input type="checkbox"/>	_____	_____	_____
Cajas de madera	<input type="checkbox"/>	_____	_____	_____
Otras	<input type="checkbox"/>	_____	_____	_____
Cuales? _____	<input type="checkbox"/>	_____	_____	_____

1. Su producto está dirigido hacia el mercado nacional

Si No

2. Cuál es el destino de su producto agrícola

Mayoristas (Abastos)	<input type="checkbox"/>
Minoristas (Plazas de mercado)	<input type="checkbox"/>
Intermediarios	<input type="checkbox"/>
Cadenas de almacenes	<input type="checkbox"/>
Cooperativas	<input type="checkbox"/>
Industria	<input type="checkbox"/>
Otra	<input type="checkbox"/>
Cual? _____	

12. Cuál es el precio promedio por Kg. de su producto a nivel internacional

Pesos _____

Nombre: _____ Firma: _____

Numero de cedula _____

Anexo 2. Clasificación climática Caldas – Lang

Clasificación de Caldas

Piso térmico	símbolo	Rango de altitud (msnm)	Temperatura (°C)	Variación de altitud por condiciones locales
Cálido	C	0 – 1000	> 24	Límite superior: ± 400
Templado	T	1001 – 2000	24 > T > 17,5	Límite superior: ± 500 Límite inferior: ± 500
Frio	F	2001 – 3000	17,5 > T > 12	Límite superior: ± 400 Límite inferior: ± 400
Páramo bajo	Pb	3001 – 3700	12 > T > 7	
Páramo alto	Pa	3701 – 4200	T < 7	
Nieves perpetuas	NP	> 4200		

Clasificación de Lang

Factor de Lang (P/T)	Clase o zona	Símbolo
0 – 20,0	Desértico	D
20,1 – 40,0	Árido	A
40,1 – 60,0	Semiárido – Zona humedad de estepa o sabana	sa
60,1 – 100,0	Semihúmedo – Zona húmeda de bosque escaso	sh
100,1 – 160,0	Húmedo – Zona húmeda de bosque espeso	H
> 160,0	Superhúmedo – Zona muy húmeda de tundra o pradera	SH

Clasificación Caldas – Lang

Clasificación climática	Símbolo
Cálido Superhúmedo	CSH
Cálido húmedo	CH
Cálido semihúmedo	Csh
Cálido semiárido	Csa
Cálido árido	CA
Cálido desértico	CD
Templado superhúmedo	TSH
Templado húmedo	TH
Templado semihúmedo	Tsh
Templado semiárido	Tsa
Templado árido	TA
Templado desértico	TD
Frio superhúmedo	FSH
Frio húmedo	FH
Frio semihúmedo	Fsh

Clasificación climática	Símbolo
Frio semiárido	Fsa
Frio árido	FA
Frio desértico	FD
Paramo bajo superhúmedo	PbSH
Paramo bajo húmedo	PbH
Paramo bajo semihúmedo	Pbsh
Paramo bajo semiárido	Pbsa
Paramo alto superhúmedo	PaSH
Paramo alto húmedo	PaH
Nieves Perpetuas	NP

Anexo 3. Clasificación climática de Thornthwaite

Índice global de humedad

Climas húmedos ($I_m > 0$)			Climas secos ($I_m < 0$)		
Valor	Símbolo	Denominación	Valor	Símbolo	Denominación
$0 < I_m \leq 20$	C_2	Húmedo subhúmedo	$0 \geq I_m > -33,3$	C_1	Seco subhúmedo
$20 < I_m \leq 40$	B_1	Ligeramente húmedo	$-33,3 \geq I_m > -60$	D	Semiárido
$40 < I_m \leq 60$	B_2	Moderadamente húmedo	$-60 \geq I_m > -100$	E	Árido
$60 < I_m \leq 80$	B_3	Húmedo			
$80 < I_m \leq 100$	B_4	Muy húmedo			
$I_m > 100$	A	Perhúmedo			

Variación estacional de la humedad

Índices de exceso de humedad (Ih) para C₁, D y E

Rango	Símbolo	Denominación
$0 < I_a < 10$	d	Limitada o no hay exceso de agua
$10 < I_a < 20$	s	Exceso moderado de agua en época lluviosa
$10 < I_a < 20$	w	Exceso moderado de agua en época seca
$I_a > 20$	s_2	Exceso importante de agua en época lluviosa
$I_a > 20$	w_2	Exceso importante de agua en época seca

Índices de aridez (Ia) para A, B, C₂

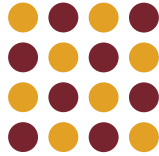
Rango	Símbolo	Denominación
$0 < I_a < 16,7$	r	Poca o no hay falta de agua
$16,7 < I_a < 33,3$	s	Moderada falta de agua en época seca
$16,7 < I_a < 33,3$	w	Moderada falta de agua en época lluviosa
$I_a > 33,3$	s_2	Falta importante de agua en época seca
$I_a > 33,3$	w_2	Falta importante de agua en época lluviosa

Índice de eficacia térmica

ETo (mm)	Acronímico	Clasificación	ETo (mm)	Acronímico	Clasificación
> 1140	A'	Megatérmico	$427 < ETo < 570$	C'_2	Segundo microtérmico
$997 > ETo < 1140$	B'_4	Cuarto mesotérmico	$285 < ETo < 427$	C'_1	Primer microtérmico
$885 < ETo < 997$	B'_3	Tercer mesotérmico	$142 < ETo < 285$	D'	Tundra
$712 < ETo < 885$	B'_2	Segundo mesotérmico	< 142	E'	Glacial
$570 < ETo < 712$	B'_1	Primer mesotérmico			

Concentración de la eficiencia térmica

EC (%)	Acronímico	Clasificación (Concentración)
< 48	a'	Bajo
$51,9 > EC > 48,0$	b'_4	Moderado
$56,3 > EC > 51,9$	b'_3	
$61,6 > EC > 56,3$	b'_2	
$68,0 > EC > 61,6$	b'_1	
$76,3 > EC > 68,0$	c'_2	Alto
$88,0 > EC > 76,3$	c'_1	
> 88	d	Muy alto



Este libro se terminó de editar
en la Universidad Nacional
en diciembre de 2017. En su
diagramación se utilizaron
caracteres de la familia Ancizar
en sus variaciones Serif y Sans.

Catalogación en la publicación Universidad Nacional de Colombia

Ligarreto Moreno, Gustavo Adolfo, 1959-

Diagnóstico socio - técnico y de clima en los cultivos de frijol y maíz en las regiones de Ubaté y Guavio en Cundinamarca / Gustavo Adolfo Ligarreto Moreno [y otros seis]. -- Primera edición. -- Bogotá : Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agrarias, 2017.

92 páginas : ilustraciones a color, diagramas, fotografías, mapas;

Incluye referencias bibliográficas

ISBN 978-958-783-321-8 (rústica). -- ISBN 978-958-783-322-5 (e-book)

1. Phaseolus vulgaris 2. Frijol (phaseolus) 3. Zea mays 4. Maíz 5. Balance hídrico 6. Costos de producción 7. Investigación agraria 8. Investigación aplicada 9. Manejo del cultivo 10. Región andina (Ubaté, Guavio) (Cundinamarca) (Colombia) I. Ospina Noreña, Jesús Efrén, 1962- II. Flórez Velasco, Nixon 1987- III. Leguizamón García, Andrés Leonardo 1988- IV. Pimentel Ladino, Christian Camilo 1990- V. Murcia López, Saúl Roberto 1958- VI. Sánchez Reinoso, Alefsi David 1990- VII. Título

CDD-21 633.20809861 / 2018

Diagnóstico socio - técnico y de clima en los cultivos de frijol y maíz en las regiones de Ubaté y Guavio en Cundinamarca

En las zonas altoandinas de Colombia la producción de frijol y maíz se da en pequeñas áreas, que se caracterizan por realizar poca inversión en los predios por los productores y en la cual la inversión del Estado en la tecnología de estos cultivos es escasa. En aras de desarrollar una oferta tecnológica agrícola para los sistemas productivos de frijol y maíz en las regiones de Ubaté y Guavio en el departamento de Cundinamarca, se realizó una fase diagnóstico del estado social y técnico de los cultivos y de clima en los municipios de Simijaca y Guachetá en la región de Ubaté y los municipios de Gachalá y Gama en la región de Guavio.

Este documento fue desarrollado por la Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agrarias, Sede Bogotá y apoyado por el Convenio Especial de Cooperación Derivado 2. Corredor Tecnológico Agroindustrial - CTA, “INVESTIGACIÓN, DESARROLLO Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA EN EL SECTOR AGROPECUARIO Y AGROINDUSTRIAL CON EL FIN DE MEJORAR TODO EL DEPARTAMENTO, CUNDINAMARCA, CENTRO ORIENTE” con financiación de recursos del Sistema General de Regalías, de la Secretaría de Ciencia y Tecnología del Departamento de Cundinamarca, la Secretaría Distrital de Desarrollo Económico de Bogotá D.C. y contrapartidas de la Universidad Nacional de Colombia y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - CORPOICA.



SESQUICENTENARIO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA