Seguro Agrícola Catastrófico en Colombia

Estudio de Factibilidad

Preparado para: FINAGRO
Elaboró: Banco Mundial

Diciembre, 2017

Tabla de Contenido

Pág.

1. Introducción & Objetivos del Estudio de Factibilidad 10
2. Caracterización del Riesgo Agrícola en Colombia 11
3. Premisas de Factibilidad 13
3.1 Información Meteorológica Observada y Sintética 13
3.2 Información Productiva Observada y Sintética 14
3.3 Esquema de Seguro Seleccionado 15
4. Diseño y Construcción del Seguro Agrícola Catastrófico 16
4.1 Base de Datos 18
4.1.1 Base de Datos Climática 18
4.1.2 Base de Datos Productiva 21
4.1.3 Base de Datos Geográfica 23
4.2 Análisis de Factibilidad de Maíz Blanco Tradicional 27
4.2.1 Análisis Fisiográfico 32
4.2.2 Criterios Definitivos de Simulación 36
4.2.3 Superficie Potencial 43
4.2.4 Unidad Asegurada 47
4.2.4.1 Vereda 47
4.2.4.2 Corregimiento Municipal 50
4.2.4.3 Pixel 51
4.2.5 Vigencia de la Cobertura 51
4.2.6 Suma Asegurada 52
4.2.7 Documentación Contractual 55
4.2.7.1 Consideraciones Generales 55
4.2.7.2 Análisis de Principales Cláusulas 56
4.2.8 Valuación Actuarial del Riesgo 62
4.3 Análisis de Factibilidad del Plátano 67
4.3.1 Superficie Potencial Plátano 69
4.3.2 Información Productiva Observada 71
4.3.3 Información Productiva Sintética 73
4.3.4 Seguro por Planta 75
5. Temas de Política Pública 77
6. Referencias 80
7. Anexos 83
7.1 Condicionado General del Seguro Agrícola Catastrófico por Índice de Rendimiento para Cultivos Transitorios 83
7.2 Manual de Procedimiento para la Estimación de Rendimientos y Evaluación de Daños del SAC 92
7.3 Método de Muestreo con Números Aleatorios. Estimación de Rendimientos y Evaluación de Daños 101
7.4 Nota Técnica, Seguro Agrícola Catastrófico por Índices de Rendimiento 111

Índice de Figuras

Pág.

Figura 1. Número de productores de maíz y plátano en los departamentos de Antioquia y Tolima. Fuente: Autores con la información del número de UPA's del Tercer Censo Nacional Agropecuario del DANE. 17

Figura 2. Arreglo regular definido para la zona de estudio. Antioquia (mapa de la izquierda) y Tolima (mapa de la derecha). Fuente: Autores. 18

Figura 3. Clasificación climática de Thornthwaite. Las claves están compuestas como sigue: la primera letra en mayúscula identifica el régimen de humedad, la primera letra minúscula indica la variación de la humedad, la segunda letra mayúscula determina la eficiencia térmica y la segunda letra minúscula la concentración de la eficiencia térmica. Fuente: Autores. 19

Figura 4. Normal climática de Precipitación (Mapa de la izquierda), Temperatura Máxima (Mapa Central) y Temperatura Mínima (Mapa de la derecha). Fuente: Autores, generada con la información climática diaria sintética de 1979-2015. 20

Figura 5. Relación entre rendimientos simulados mediante el MSPEC y observados en experimentos del cultivo de maíz en Palmira, Valle del Cauca y Chinchiná, Caldas. Con información de las EMC con clave: 22015020 y 21245040, por ser las más cercanas a las localidades de prueba y con información de las variables climáticas para los años de las pruebas 2003 y 2004. 21

Figura 6. Relación entre rendimientos simulados mediante el MSPEC y observados en experimentos del cultivo de plátano en la localidad de Montenegro, Quindío. Con información de la EMC con clave: 21245040 y con información de las variables climáticas para el año de la prueba 2002. 23

Figura 7. Ubicación geográfica de los polígonos del shape Marco_Areas proporcionado por FINAGRO. 24

Figura 8. Ubicación geográfica de los polígonos del shape Marco_Areas proporcionado por FINAGRO relacionando la información de las ENA's de los cultivos de maíz y plátano analizada por los autores. La división corresponde a las 9 regiones de Antioquia y las 6 provincias de Tolima. 25

Figura 9. Ubicación geográfica de los polígonos del shape Marco_Areas proporcionado por FINAGRO relacionando la información de las ENA's respecto de las fechas de siembra para el maíz calculada por los autores. La división corresponde a las 9 regiones de Antioquia y las 6 provincias de Tolima. 26

Figura 10. Ubicación geográfica de los polígonos del shape Marco_Areas proporcionado por FINAGRO relacionando la información de las ENA's respecto del campo tipo para el maíz discriminado por los autores. La división corresponde a las 9 regiones de Antioquia y las provincias de Tolima. 27

Figura 11. Distribución de rendimientos sintéticos para el ciclo A de MBT en Antioquia y Tolima. Fuente: Construcción propia. 28

Figura 12. Distribución de rendimientos sintéticos para el ciclo B en MBT de la primera simulación en 30 pixeles de Antioquia y Tolima. Fuente: Construcción propia. 29

Figura 13. Ubicación geográfica de las EMC cercanas al pixel 2450 de Tolima con la altimetría reclasificada del DEM (Digital Elevation Model) de 30 metros del SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). Altimetría en msnm. Fuente: Autores. 30

Figura 14. Oscilación térmica de algunos pixeles de Tolima. 30

Figura 15. Serie de tiempo del año 1986 de las temperaturas máximas y mínimas del pixel 2450 y la EMC 26095080. Fuente: Autores con la información climática de los arreglos regulares y de la EMC proporcionado por el IDEAM. 31

Figura 16. Análisis comparativo de las Unidades Calor acumuladas en el Semestre B para el año 1986 para el pixel 2450 y la EMC 26095080. Fuente: Autores con la información climática de los arreglos regulares y de la EMC proporcionado por el IDEAM. 31

Figura 17. Ubicación geográfica de los pixeles CPC y CMORPH (Mapa de la Izquierda). Altimetría reclasificada del DEM de 30 metros (Digital Elevation Model) del SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). Altimetría expresada en msnm. Fuente: Autores. 32

Figura 18. Proporción de clases de pendiente generadas con el DEM de 30 metros (Digital Elevation Model) del SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) en cada subpixel. Fuente: Autores. 33

Figura 19. Ubicación geográfica de las áreas protegidas del RUNAP (recopilación de los autores). 34

Figura 20. Ubicación geográfica de los subpixeles de 8km con la capa de texturas de suelos. 35

Figura 21. Ubicación geográfica de los 1,437 subpixeles simulados en el MSPEC. 36

Figura 22. Diagramas de caja de los rendimientos (kg/ha) simulados de maíz, ciclo A correspondiente a los 1437 pixeles. 37
Figura 23. Mapa de los rendimientos promedio de MBT para el Ciclo A. 38
Figura 24. Diagramas de caja de los rendimientos simulados de maíz blanco tradicional, ciclo B. 39
Figura 25. Mapa de los rendimientos promedio de MBT para el Ciclo B. 40
Figura 26. Diagrama de caja comparativo de la simulaciones realizadas a dos resoluciones diferentes para ambos ciclos. 41
Figura 27. Distribución de rendimientos con pixeles de CPC comparados contra subpixeles (C-Morph) para ambos ciclos. 42
Figura 28. Distribución del COV para todas las unidades de riesgo. 42
Figura 29. Ubicación geográfica de los polígonos del shape Marco_Areas proporcionado por FINAGRO relacionando la información de las ENA's para el maíz blanco tradicional analizada por los autores. La división corresponde a las 9 regiones de Antioquia y las 6 regiones de Tolima. 43
Figura 30. Subpixeles por ciclo agrícola con información de las ENA´s analizada por los autores. La división corresponde a las 9 regiones de Antioquia y las 6 provincias de Tolima. 44
Figura 31. Superficie relativa de las UPM´s respecto de cada subpixel por ciclo agrícola. Generado por los autores. La división corresponde a las 9 regiones de Antioquia y las 6 regiones de Tolima. 45
Figura 32. Superficie sembrada máxima de MBT por pixel y ciclo agrícola. Generado por los autores. La división corresponde a las 9 regiones de Antioquia y las 6 regiones de Tolima. 46
Figura 33. División municipal del departamento de Antioquia. Fuente: Autores, generada con información del IGAC. 49
Figura 34. Municipio de Carepa en el departamento de Antioquia. Fuente: Autores, generada con información del IGAC. 49
Figura 35. Veredas del municipio de Carepa en el departamento de Antioquia. Fuente: Autores, generada con la información del DANE. 50
Figura 36. Vereda Polines San Sebastián, municipio de Carepa en el departamento de Antioquia. Fuente: Autores, generada con la información del DANE. 50
Figura 37. Histograma con la distribución del rendimiento de maíz para el ciclo A del pixel 3012. Fuente: construcción propia. 62
Figura 38. Histograma con la distribución Kernel de las 5,000 simulaciones del rendimiento de maíz para el ciclo A en el pixel 3012. Fuente: Construcción propia. 62
Figura 39. Mapa de probabilidad de siniestro con un umbral de rendimiento del 30% repecto del promedio. 64
Figura 40. Mapa de probabilidad de siniestro con un umbral de rendimiento del 50% respecto del promedio. 64
Figura 41. Superficie de maíz separada por departamento y ciclo. 66
Figura 42. Estadísticas principales de la valuación de riesgo por departamento y ciclo. 66
Figura 43. Plantación del plátano asociado con café (izquierda) y con cacao (derecha); Martínez y Peña, 2005. 68
Figura 44. Plantación del plátano como monocultivo (Martínez y Peña, 2005). 68
Figura 45. Ubicación geográfica de las UPM´s de plátano sin discriminar variedad. Generado por los autores. La división corresponde a las 9 regiones de Antioquia y las 6 provincias de Tolima. 69
Figura 46. Subpixeles con UPM´s de plátano con información de las ENA´s analizada por los autores. La división corresponde a las 9 regiones de Antioquia y las 6 provincias de Tolima. 70
Figura 47. Superficie sembrada máxima de plátano por pixel. Generado por los autores. La división corresponde a las 9 regiones de Antioquia y las 6 provincias de Tolima. 71
Figura 48. Distribución del Coeficiente de Variación (COV) a nivel municipal para los municipios de Antioquia en Plátano. Fuente: Construcción propia a partir de los datos de las EVA's 2007-2015. 72
Figura 49. Distribución del Coeficiente de Variación (COV) a nivel municipal para los municipios de Tolima en Plátano. Fuente: Construcción propia a partir de los datos de las EVA's 2007-2015. 72
Figura 50. Diagramas de caja de los rendimientos simulados de plátano densidad de plantación 600 pl/ha. Fuente: Construcción propia a partir de los datos de los rendimientos sintéticos. 73
Figura 51. Diagramas de caja de los rendimientos simulados de plátano densidad de población de 1,000 pl/ha. Fuente: Construcción propia a partir de los datos de los rendimientos sintéticos. 74
Figura 52. Coeficiente de variación (COV) de los rendimientos de plátano para ambas densidades. 74

Figura 53. Ubicación espacial de las Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA´s), pixeles del arreglo regular de MERRA y UPM's de plátano. 77
Figura 54. Identificación de Líneas Transversales donde se seleccionarán los SM. 103
Figura 55. Identificación de secciones donde se seleccionarán los SM. 104
Figura 56. Ubicación de cinco SM en la UA #23869 en el departamento de Tolima. 105
Figura 57. Ubicación de once SM en la UA #23869 en el departamento de Tolima. 105
Figura 58. Ubicación de once Segmentos/Puntos de Muestreo en diversos SM de la UA #23869 en el departamento de Tolima. 106
Figura 59. Identificación de los surcos/hileras donde se realizarán los muestreos. 107
Figura 60. Localización espacial de los segmentos/puntos de muestreo en el SM. Ejemplo para 1-00 ha. de Maíz con dimensiones de 100 X 100 m. 108

Índice de Tablas

Pág.

Tabla I. Características físicas de las texturas de suelos utilizados por el MSPEC para fines de simulación de rendimientos. Fuente: Elaboración propia a partir de la capa de grupos texturales del IGAC. 34

Tabla II. Distribución departamental de las Veredas. Fuente: Autores con información del DANE. 48

Tabla III. Análisis de los rendimientos sintéticos obtenidos mediante el MSPEC de acuerdo a la fecha de establecimiento. Fuente: Autores. 52

Tabla IV. Costos de Producción para maíz tradicional para diversas regiones de Colombia con base en la información de SIPSA proporcionada por FINAGRO. 54

Tabla V. Matriz de correlación de los pixeles de Tolima para maíz y ciclo A. 63

Tabla VI. Valuación del riesgo con tres diferentes escenarios de umbral de rendimiento. 65

Tabla VII. Número de UPM´s por departamento y variedad de plátano de acuerdo a la información de las ENA´s. 70

Tabla VIII. Impactos en la valuación individual y global del riesgo.*Referido como la Prima de Riesgo Nacional *versus* la Prima de Riesgo Individual.**Debido a su nivel de dispersión, el portafolio individualizado presenta una Prima de Riesgo menor respecto a la que arroja al valorarse dentro de un portafolio nacional. Fuente: Autores. 78

Tabla IX. Tabla de Números Aleatorios. 102

Tabla X. Factores obtenidos de Tabla de Números Aleatorios considerando el día 6 como fecha de inspección. 103

Tabla XI. Factores para establecer las secciones donde se elegirá la Unidad de Producción más representativa para cada SM. 103

Tabla XII. Localización de los segmentos/puntos de muestreo en el SM. 107

Tabla XIII. Rendimiento estimado para cada Segmento/Punto de Muestreo. 109

Acrónimos

AP	Áreas Protegidas
BHC	Balance Hídrico Climático
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CA	Ciclo A: Primer semestre del año
CAF	Corporación Andina de Fomento
CB	Ciclo B: Segundo semestre del año
CERES	Síntesis del recurso ambiental del cultivo (Crop Environment Resource Synthesis)
CFSR	Sistema de Reanálisis de Pronósticos del Clima (Climate Forecast System Reanalysis)
CMORPH	Técnica de Morfismo del Centro de Predicción Climática (Climate Prediction Center Morphing Technique)
COV	Coeficiente de Variación
CPC	Arreglo regular definido para la zona de estudios (Unified Gauge-Based Analysis of Global Daily Precipitation)
CT	Ciclones Tropicales
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DEM	Modelo de Elevación Digital (Digital Elevation Model)
ECMWF	Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Plazo Medio (European Centre for Medium-Range Weather)
EMA´S	Estaciones Meteorológicas Automáticas
EMC	Estaciones Meteorológicas Convencionales
ENA	Encuesta Nacional Agropecuaria
ENOS	El Niño/Oscilación del Sur
EPIC	Evaluación del Impacto de la Erosión en la Productividad (Erosion/Productivity Impact Calculator)
ERA-40	40 años de reanálisis del Centro Europeo de Previsiones Meteorológias a Plazo Medio (40 years reanalysis of ECMWF)
ERA-45	45 años de reanálisis del Centro Europeo de Previsiones Meteorológias a Plazo Medio (45 years reanalysis of ECMWF)
Et	Eficiencia Térmica
ETP	Evapotranspiración Potencial
EVA's	Evaluaciones Agropecuarias
FAG	Fondo Agropecuario de Garantías
FENALSE	Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas
FINAGRO	Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario
FP	Fragmento de Polígono
GEOS	Sistema Terrestre de Observación Goddard (Goddard Earth Observing System)
GFDDR	Fondo mundial para la reducción y recuperación de desastres (Global Facility for Disaster Reduction and Recovery)
GFS	Sistema de Pronóstico Global (Global Forecast System)

IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
INCORA	Instituto Colombiano de Reforma Agraria
JMA	Agencia Meteorológica de Japón (Japan Meteorological Agency)
JRA-25	Primer proyecto de reanálisis atmosférico global japonés 25 años (First Japanese global atmospheric reanalysis Project and covers 25 years)
JRA-55	Segundo proyecto de reanálisis atmosférico global japonés 55 años (Second Japanese global atmospheric reanalysis Project and covers 55 years)
MADR	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
MBT	Maíz Blanco Tradicional
MERRA	Análisis Retrospectivo de la Era Moderna para Investigación y Aplicaciones (Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications)
MPC	Millones de Pesos Colombianos
MSPEC	Modelo de Simulación del Potencial Ecológico de los Cultivos
MMNA	Método de Muestreo con Números Aleatorios
NASA	Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (National Aeronautics and Space Administration)
NCAR	Centro Nacional de Investigaciones Atmosféricas (National Center for Atmospheric Research)
NCEP	Centro Nacional de Predicción Ambiental (National Centers for Environmental Prediction)
NOAA	Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (National Oceanic and Atmospheric Administration)
OMM	Organización Meteorológica Mundial
PERSIANN	Estimación de Precipitación de Información Remota mediante Redes Neuronales Artificiales (Precipitation Estimation from Remotely Sensed Information using Artificial Neural Networks)
PIB	Producto Interno Bruto
PML	Pérdida Máxima Probable
PREC	Precipitación Pluvial
PRER	Productores Rurales de Escasos Recursos
Prod	Producción
RPR	Rangos de Propiedad Rural
RUAP	Registro Único Nacional de Áreas Protegidas
SAC	Seguro Agrícola Catastrófico
SC	Superficie Cosechada
SIMPAD	Sistema Municipal para la Atención de Desastres Medellín
SIPSA	Sistema de Precios del Sector Agropecuario
SS	Superficie Sembrada
STRM	Misión Topográfica Shuttle Radar (Shuttle Radar Topography Mission)
TC	Técnico de Campo
TMAX	Temperatura Máxima
TMIN	Temperatura Mínima
TR	Tiempo Cuasi real
UA	Unidad Asegurada

UAF	Unidad Agrícola Familiar
UC	Unidades Calor
UNGRD	Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres
UP	Unidades de Producción
UPA's	Unidades de Producción Agropecuaria
UPM	Unidad Primaria de Muestro
UPNA	Unidades de Producción No Agropecuarias
UPRA	Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

1. Introducción & Objetivos del Estudio de Factibilidad

Colombia se caracteriza por contar con diversas condiciones de relieve y clima. Esta particularidad permite la diferenciación productiva en seis regiones agroecológicas (Caribe[1], Llanos Orientales[2], Interandina[3], Andina[4], Pacífico[5], y Amazónica[6]) con una gran variedad de productos, clasificados como cultivos transitorios[7] (ciclo corto) y permanentes[8] (ciclo largo). En la última década, los niveles de productividad no han sido homogéneos, por un lado, se han observado incrementos en cultivos transitorios e importables como el arroz, sorgo, trigo, maíz y fríjol. Mientras, los principales productos permanentes y exportables como el azúcar, plátano, palma, café y cacao muestran un estancamiento.

La perspectiva de crecimiento, del sector agropecuario colombiano, se ha visto beneficiada principalmente por: (i) el aumento del gasto del Gobierno Nacional en el sector; (ii) al incremento mundial de alimentos; y (iii) a las condiciones geo-climáticas del país que permiten el aumento sostenido de la oferta agropecuaria. Se estima que la superficie agrícola y pecuaria del país podría pasar de 5 millones y 40 millones de hectáreas, a cerca de 14 millones y 60 millones, respectivamente, sin que esto impacte las zonas de bosques naturales.

En el 2013, el 16.9% (~3.5 millones de personas) de la población ocupada total del país trabajó en el sector agropecuario. Éste ocupó el tercer lugar con el mayor número de empleos, después del sector comercial y del de servicios comunales. La agricultura representó un 62.6% de los ocupados con más de 2.9 millones de empleos[9]. Sin embargo, la falta de oferta de asistencia técnica, y limitaciones en el acceso al crédito agropecuario inciden en que se mantengan niveles de rentabilidad muy por abajo si se compara con otras actividades económicas del país.

Así mismo, las deficiencias en infraestructura constituyen un desincentivo a las inversiones de nuevos proyectos; perjudicando así la productividad de los cultivos y por ende el suministro de alimentos a otras regiones[10].

Por otro lado, la desigualdad en la distribución de las tierras impide el adecuado aprovechamiento de las economías de escala. En el país existen cerca de 3.7 millones de predios rurales distribuidos en 61.3 millones de hectáreas (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC) y se estima que el 25% de los propietarios concentra el 95% de la superficie referida[11].

[1] Región del Caribe: Abarca los departamentos Atlántico, César, Córdoba, Magdalena, La Guajira, Sucre, parte de Antioquia y Bolívar y la Sierra Nevada de Santa Marta.
[2] Zona de Llanos orientales: Comprende los departamentos de Arauca, Casanare, Meta y Vichada
[3] Región Interandina: Comprende parte de los departamentos de Antioquia, Bolívar, Boyacá, Cauca y valle del Cauca, Cundinamarca, el Eje Cafetero (Caldas, Quindío, Risaralda), Huila, Nariño, Santander y Tolima.
[4] Región Andina: Incluye parte de los departamentos de Antioquia, Boyacá, Cauca y valle del Cauca, Cundinamarca, el Eje Cafetero (Caldas, Quindío, Risaralda), Huila, Nariño, Santander y norte de Santander y Tolima
[5] Región del Pacífico: Comprende todo o parte de los departamentos de Cauca y valle del Cauca, Chocó y Nariño.
[6] Región Amazónica: Amazonas, Caquetá, Guainía, Guaviare, Putumayo y Vaupés.
[7] Cultivos transitorios producidos en el país incluye: papa, arveja, cebolla (larga y bulbo), tomate, zanahoria, haba, yuca, maíz (amarillo y blanco), sorgo, trigo, cebada, soya, arroz, algodón, ajonjolí, maní, frijol, tabaco y otras hortalizas.
[8] Cultivos permanentes producidos en el país incluye: café, cacao, plátano, caña de azúcar, banano, naranja, mango, aguacate, mora, guayaba, curubo, granadilla, guanábana, limón, lulo, mandarina, maracuyá, papaya, y piña.
[9] De acuerdo al Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).
[10] Lozano y Restrepo, 2015.
[11] El Tiempo, 2016.

Dada la importancia del sector agropecuario en la población rural y que éstos son los más vulnerables ante la ocurrencia de eventos climáticos extremos como sequías, heladas e inundaciones, el Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario (FINAGRO) ha contratado los servicios del Banco Mundial (BM) para el diseño de un Seguro Agropecuario Catastrófico (SAC). El objetivo fundamental de este instrumento financiero es contar con una herramienta que permita reducir el impacto fiscal que el Gobierno de Colombia enfrenta ante la afectación en la producción agrícola debido a eventos climáticos extremos. El SAC pretende beneficiar a los productores rurales de escasos recursos (PRER), que por sus características socioeconómicas regularmente no son sujetos de aseguramiento por el mercado y dependen del apoyo gubernamental para su reincorporación a la actividad productiva.

Este informe presenta los resultados del trabajo analítico elaborado por miembros del equipo del Banco Mundial en el diseño e instrumentación del SAC.

El Informe está estructurado en cinco secciones, incluyendo el capítulo introductorio. El segundo capítulo presenta una caracterización del riesgo agrícola en Colombia considerando la información disponible de productores y cultivos. El tercer capítulo muestra las premisas de factibilidad del riesgo catastrófico agropecuario. El cuarto capítulo describe el diseño del SAC para el país. El quinto capítulo presenta temas de política pública. Finalmente y para referencia del lector, este informe presenta cuatro anexos técnicos con información detallada sobre: (i) Clausulado de la póliza, (ii) Manual de Procedimientos para la verificación y tasación de siniestros; (iii) Procedimieniento para la estimación de rendimientos; y (iv) Nota Técnica.

2. Caracterización del Riesgo Agrícola en Colombia

En Colombia existe una gran variedad de productos agrícolas, clasificados como cultivos transitorios y permanentes. La información estadística vinculada a la superficie sembrada (SS) y cosechada (SC), la producción y rendimiento de cada uno de estos productos se registra a través de las Evaluaciones Agropecuarias Municipales (EVA's) del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR).

En términos de productores, existen diversas fuentes de información a partir de las cuales pueden inferirse datos sobre la PRER. Las fuentes de información analizadas incluyen (i) las Unidades de Producción Agropecuaria (UPA's); (ii) la información de propiedades registradas en el Catastro Nacional del IGAC; (iii) la información proporcionada por la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA); y (iv) las Encuestas Nacionales Agropecuarias (ENA's). No obstante, la información contenida en dichas fuentes no es necesariamente compatible, lo que dificulta la conformación de una base de datos única que permita determinar qué número de productores rurales de escasos recursos podrían estar siendo excluidos.

A manera de ejemplo se citan las siguientes cifras:

- De acuerdo al III Censo Nacional Agropecuario, se estimó a nivel nacional la existencia de 2.37 millones de UPA's [12] dedicadas a la actividad agropecuaria, con una superficie de 817,714 hectáreas concentradas principalmente en seis departamentos (Cauca, Nariño, Antioquia, Huila, Cundinamarca y Santander). El 74% de las unidades censadas con uso de suelo predominantemente agrícola son menores a 5 ha. Las UPA´s de los principales cultivos (café, maíz, arroz, palma de aceite y plátano) del país se encuentran predominantemente por debajo de las 50 ha.

- Del total de predios registrados en el IGAC, el 74% corresponde a predios urbanos y el 26% a predios rurales con una superficie de 4´908,499 distribuida en los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Nariño, Santander y Antioquia. El 63% (3'111,903) de los predios rurales son clasificados como microfundio (menores a 3 ha)[13].

- Datos de la UPRA (2014-2015) reflejan la existencia de 1'652,866 predios privados con destino agrícola, agropecuario, pecuario, forestal y agroindustrial cuya superficie asciende a 74'439,000 ha. El 67% de estos predios son menores a 5 ha.

En términos de activos (cultivos) considerando la SS, los cinco cultivos de mayor representatividad a nivel nacional[14] son el: café, maíz, arroz, palma de aceite y plátano que en conjunto representan el 60% de la superficie de Colombia. Además, el maíz y plátano se cultivan en todos los departamentos y los tres cultivos restantes en por lo menos 20 de los 32 departamentos. El posible aseguramiento de alguno de estos cultivos generaría beneficios al momento de la estructuración de un instrumento de seguros, dada una mayor dispersión del riesgo, permitiendo aumentar el apetito del sector asegurador debido al volumen de negocio ligado a una posible cobertura nacional.

No obstante, los rendimientos de dichos cultivos -con información de las EVA's 2007-2015- no presentaron niveles de variabilidad significativos. Además, el nivel de desagregación más fino de la información disponible de SS, producción y rendimientos es a nivel municipal; y sólo el 51% y el 76% del total de los municipios de Antioquia y Tolima, respectivamente, cuentan con los nueve años de información máxima disponible, la cual es insuficiente para una correcta valuación del riesgo[15].

[12] Es la unidad de organización de la producción agropecuaria que puede estar formada por una parte de un predio, un predio completo, un conjunto de predios o partes de predios continuos o separados en uno o más municipios, independiente del tamaño, la tenencia de la tierra y el número de predios que la integran, y debe cumplir con tres condiciones: 1. Produce bienes agrícolas, forestales, pecuarios, acuícolas y/o adelanta la captura de peces destinados al consumo continuo y/o a la venta. 2. Tiene un único productor/a natural o jurídico que asume la responsabilidad y los riesgos de la actividad productiva. 3. Utiliza al menos un medio de producción como construcciones, maquinaria, equipo y/o mano de obra en los predios que la integran (Tercer Censo Nacional Agropecuario. Vol 1 pág. 39).
De acuerdo a la definición de UPA el número de estas corresponde a igual número de productores definidos como la persona natural o jurídica que tiene la responsabilidad técnica y productiva en una UPA y que toma las principales decisiones sobre la siembra, manejo y cosecha de los cultivos y la cría y manejo de los animales. Puede ejercer sus funciones directamente o delegarlas en un gerente o un administrador contratado (Tercer Censo Nacional Agropecuario Vol. 1 pág. 39).
[13] Información cartográfica catastral rural digital de los municipios jurisdicción del IGAC y Atlas de la Distribución de la Propiedad Rural en Colombia 2012.
[14] EVA´s (2007-2015).
[15] Para mayor detalle ver informe de Avance SAC julio 2017.

3. Premisas de Factibilidad

3.1 Información Meteorológica Observada y Sintética

Con la información climática observada en Colombia, provista por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) -del período de el 01 de enero de 1930 al 31 de marzo de 2016- se determinó que sólo los departamentos de Antioquia y Santander eran factibles para el desarrollo de un SAC de índice climático basado en Estaciones Meteorológicas Convencionales (EMC) [16]. Sin embargo, no se recomendó implementar dicho esquema debido a que no permitiría su escalabilidad a nivel nacional.

A pesar de que no se continuó con el desarrollo del esquema basado en EMC, la información meteorológica disponible en el país resultó relevante para la construcción del SAC de rendimientos de área. Sin embargo, del análisis de la información meteorológica se identificó una carencia de datos históricos continuos en tiempo y espacio de las variables. Esta situación generó la necesidad de utilizar de datos sintéticos con el fin de ampliar el dominio espacio-temporal, y facilitar los análisis climáticos en relación con otras características geográficas, principalmente, con la capas de altimetría y pendiente del terreno.

En lo que respecta a los datos sintéticos, la comunidad científica[17] ha desarrollado diferentes reanálisis del clima (conocidos también como arreglos regulares, grillas o mallas) de primera (NCEP-NCAR, R1)[18], segunda (JRA-25, ERA-40)[19] y tercera generación (JRA-55, CFSR, MERRA)[20]. También, existen arreglos regulares globales de precipitación generados con observaciones de EMC como el CPC Unified Gauge-Based Analysis of Global Daily Precipitation de NOAA y de estimaciones por satélite con diferentes algoritmos, dentro los que destacan CMORPH (Climate Prediction Center Morphing Technique) del Centro de Predicción Climática de NOAA y PERSIANN (Precipitation Estimation from Remotely Sensed Information using Artificial Neural Networks) del Centro para la Hidrometeorología y Sensores Remotos de los Estados Unidos de América. Para los propósitos de este estudio, la elección del arreglo regular dependió principalmente del fenómeno a caracterizar, de la zona de estudio y disponibilidad de la información[21].

Los datos de precipitación diaria propuestos corresponden a la base de datos CPC del Centro de Predicción Climática de la NOAA. Estos cuentan con una resolución de 0.5°de latitud x 0.5° de longitud y son generados con el método de interpolación óptima. El uso de esta fuente de información proporciona múltiples ventajas, incluyendo: (i) el acceso libre a los datos; (ii) la disponibilidad decobertura en el área de interés; (iii) la disponibilidad de registros en un período largo de tiempo (del 01 de enero de 1979 a la fecha); (iv) los altos estándares de control de calidad en la información (Chen et al, 2008[22]; Saha et al., 2010[23]).

---

[16] Ibídem.

[17] Algunos de los centros de investigación que han desarrollado arreglos regulares incluyen: (i) la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration); (ii) la NASA (National Aeronautics and Space Administration); (iii) la JMA (Japan Meteorological Agency); y (iv) el ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather)

[18] NCEP-NCAR, R1: Reanalyses data for monthly of National Centers for Environmental Prediction (NCEP) /National Center for Atmospheric Research (NCAR).

[19] JRA-25: First Japanese global atmospheric reanalysis Project and covers 25 years. ERA-40: 45-year reanalysis ECMWF.

[20] JRA-55: Second Japanese global atmospheric reanalysis Project and covers 55 years. CFSR: Climate Forecast System Reanalysis. MERRA: Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications

[21] Ebert, E.E., Janowiak, J. E. y Kidd, C. (2006). Comparison of near-real-time precipitation estimates from satellite observations and numerical models. American Meteorological Society. DOI:10.1175/BAMS-88-1-47.

[22] Chen, M., Xie, P., and CPC Quality Control Working Group Climate Prediction Center (CPC)/NCEP/NOAA. 2008. Quality Control of Daily Precipitation Reports at NOAA/CPC.

[23] Saha et al. 2010. The NCEP Climate Forecast System Analysis. Bull. Amer. Meteo. Soc. August, 1115-1057.

Los datos de temperatura que se plantean, corresponden a los datos reticulares desarrollados mediante el proyecto de reanálisis de la NASA, llamado MERRA (Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications). Cinco razones justifican el uso de MERRA para la variable de temperatura: (i) los valores en superficie son el resultado de un ciclo de asimilación de datos muy completo que incorpora datos atmosféricos, oceánicos y de superficie que provienen de distintas plataformas observacionales y principalmente de una variedad de sensores a bordo de satélites, redes de radiosondas, boyas, sensores de humedad del suelo, radiación, etc.; (ii) la resolución espacial (1/2° latitud por 2/3° longitud) y temporal (horaria) que permiten discriminar fenómenos en la mesoescala desde los 200 km hasta los 1000 km (meso-alfa) y desde 100 hasta 200 km que es una porción de la categoría de fenómenos de la meso-beta; estos fenómenos de mesoescala dan lugar a los llamados patrones de tiempo que afectan las condiciones locales; (iii) el acceso libre a los datos; (iv) la cobertura en el zona de estudio y principalmente un histórico horario coincidente con el período de CPC (1979 a la fecha). Esto es importante para poder determinar las temperaturas máximas y mínimas diarias necesarias para la simulación de rendimientos de cultivos; y (v) por ser el arreglo regular de temperatura que más se asemeja en resolución espacial a CPC.

Debido a que los arreglos regulares de precipitación y temperatura difieren en resolución espacial, se unificaron las mallas asociando los pixeles de temperatura a los de precipitación con una reasignación del pixel más cercano[24].

3.2 Información Productiva Observada y Sintética

La información disponible de SS, SC y producción observada de las EVA´s presenta una serie de limitaciones:

- La longitud de la serie histórica de la información disponible es escasa. Se cuenta con solamente 9 años de estadísticas a nivel municipal, lo cual es un tamaño de muestra insuficiente para hacer inferencia sobre la generalidad del comportamiento de los rendimientos en la región.

- No todos los municipios cuentan con los 9 años de información máxima disponible. De los 99 municipios que tienen información de producción en Antioquia, sólo la mitad de ellos (51 municipios) cuentan con los 9 años de historia. Por su parte, de los 46 municipios de Tolima con información, sólo 35 de ellos cuentan con los 9 años de historia.

- Los rendimientos históricos presentan una baja variabilidad. Esto constituye la principal limitante para la valuación del riesgo y el diseño de un esquema de aseguramiento basado en rendimiento de área. – A manera de ejemplo, se identificó que los rendimientos en los municipios de Antioquia donde cultivan maíz, el 95% presentan un coeficiente de variación menor a 0.559, con un coeficiente de variación máximo de 0.714. Lo anterior quiere decir que ni en el municipio con mayor variabilidad, la desviación estándar alcanza la misma magnitud que el promedio.

[24] La temperatura es una variable continua de alta inercia en el tiempo y que en el espacio su variabilidad es suave.

Dado los problemas vinculados a la serie productiva observada, se procedió a generar información sintética de rendimientos a partir del uso del "Modelo de Simulación del Potencial Ecológico de los Cultivos" (MSPEC)[25]. Este modelo fue desarrollado con base en la metodología de otros modelos de desarrollo de cultivos agrícolas de uso internacional tales como Crop Environment Resource Synthesis (CERES)[26] o Erosion/Productivity Impact Calculator (EPIC)[27]. El modelo se adaptó y calibró para las condiciones específicas de los cultivos y regiones geográficas de Colombia, a través del desarrollo de metodologías específicas que incorporan su caracterización edafológica y agronómica.

El MSPEC permite estimar satisfactoriamente el rendimiento de los cultivos bajo las condiciones de producción potencial. Asimismo, éste estima el rendimiento bajo las condiciones en que la humedad disponible es el único factor limitante. Por este motivo, el modelo puede ser utilizado para establecer valores umbrales de la variable climática que mantengan una relación directa con la producción y consecuentemente, con los niveles de pérdida a enfrentar por el productor ante la presencia de un evento climático adverso.

Dado que el MSPEC contiene en su estructura el detalle de los procesos fisiológicos que determinan el crecimiento de las plantas, permite identificar las etapas de crecimiento en las cuales éstas son más susceptibles al efecto de un determinado factor climático. También, permite aislar y cuantificar el impacto de los factores climáticos de las demás variables que afectan la producción.

3.3 Esquema de Seguro Seleccionado

Luego de analizar la información climática y de producción disponible para Colombia bajo el enfoque de la oferta de las coberturas financieras existententes en el mercado[28], se determinó que el esquema de seguro factible a desarrollar es por rendimiento de área (AYII, siglas en inglés)[29]. En éste, se establecen parámetros contra los cuales se afecta la cobertura de seguro contratada, mismos que para éste estudio son construidos a partir de los rendimientos históricos sintéticos[30] de una región geográfica determinada, de tal forma que si la producción media obtenida por los productores asegurados es menor a la producción protegida en la región, procede el pago de indemnización.

El AYII presenta un problema de riesgo de base asociado a la extensión del área geográfica asegurada, la cual debe ser delimitada, de tal forma que sólo los productores que enfrenten condiciones y riesgos agroclimáticos con producciones similares estén amparados bajo la misma cobertura en la región especificada.

---

[25] Este modelo permite incorporar información agronómica, edafológica y climatológica de la región de interés a un sistema de ecuaciones que describen las relaciones planta-suelo-clima; hacen posible representar el efecto de una variable climática sobre los niveles de producción y, finalmente, calcular los valores umbrales de esta variable, que resultan determinantes para la producción agrícola.

[26] Jones, C.A., and J.R. Kiniry. 1986. CERES-Maize: A simulation model of maize growth and development. Texas A&M University Press, College.

[27] Sharpley, A.N. and J.R. Williams. (1990). EPIC, Erosion/Productivity Impact Calculator: Model Documentation. U.S. Department of Agriculture. Technical Bulletin No. 1768. 235 p.

[28] (i) Índice climático basado en estaciones meteorológicas, (ii) seguro de rendimiento de área, y (iii) seguro de pérdidas modeladas.

[29] En la matriz que se presenta anexa (Documento de Excel "Matriz_Colombia.xlsx") a este documento, se puede observar el esquema de seguro recomendado para cada uno de los departamentos y cultivos preponderantes de Colombia, en función de la disponibilidad de información climática y de rendimientos, donde se demuestra que el seguro por índices de rendimientos representa la alternativa más viable para su aplicación a nivel nacional.

[30] Rendimientos sintéticos generados con el MSPEC a partir de la información sintética climática.

Cabe mencionar, que desde el punto de vista de transferencia de riesgo a los mercados financieros tanto locales como internacionales, la operación de este esquema les resulta muy atractiva, dado que les permite lograr una mayor diversificación de su cartera, toda vez que, generalmente, sus riesgos tradicionales no tienen correlación alguna con las fluctuaciones del clima.

4. Diseño y Construcción del Seguro Agrícola Catastrófico

Actualmente Colombia no dispone de una definición de Población Rural de Escasos Recursos (PRER) objeto del desarrollo del SAC. Por lo que fue necesario definir la población objetivo bajo criterios de fácil medición como son la Superficie Sembrada (SS) y el número de Unidades de Producción Agropecuaria (UPA's) contenidos en el III Censo Nacional Agropecuario del DANE, así como los rangos de propiedad rural (RPR) definidos por el IGAC. Para los fines del estudio, se asumió que la PRER está contemplada en tres categorías (microfundio, minifundio y pequeña) con propiedades menores o iguales a 20 ha, de esta manera se determinó una superficie objetivo de 7 millones de hectáreas[31].

Considerando que los alcances del estudio no permitirían llevar a cabo un análisis de factibilidad a nivel país, fue necesario acotar el área de estudio a dos cultivos y dos departamentos. Los cultivos se seleccionaron en función de: (i) la presencia a nivel nacional utilizando el promedio de SS de las EVA´s (2007-2014), y (ii) la dispersión geográfica con UPA´s menores o iguales a 20 ha[32]. Con dicho análisis se determinó como cultivos factibles al maíz y plátano, toda vez que:

- Los cultivos citados ocupan el segundo y tercer lugar respecto de la SS a nivel nacional, por lo que, la implementación de un seguro podría generar un volumen de negocio atractivo para el sector asegurador.
- El maíz tiene presencia en 22 de los 29 departamentos con información disponible y se posiciona dentro de los 3 principales cultivos con una superficie de 515,360 ha, representando el 86% de la SS a nivel país de este cultivo y el 17% respecto de la superficie total de los 10 principales cultivos.
- El plátano, además de ser el tercer cultivo con presencia nacional, tiene representación en todos los departamentos con tamaños de UPA desde 1 ha (Atlántico, Boyacá, Cauca, Choco y Sucre) hasta 17 ha (Meta). En 21 de los 31 departamentos con información disponible, éste se posiciona dentro de los tres principales cultivos con una superficie de 355,637 ha, representando el 83% de la SS sembrada de este cultivo y el 12% respecto de la superficie total de los 10 principales cultivos.

Cabe hacer notar, que aún cuando el café es relevante en términos de superficie sembrada, éste no fue seleccionado como uno de los cultivos factibles para el desarrollo del SAC. Esto se debió a que ya existía una iniciativa promovida por FINAGRO, con financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), orientada al diseño de una cobertura indexada en el país.

[31] Rangos de Propiedad y Concentración (2009). Fuente: Atlas de la Distribución de la Propiedad Rural en Colombia.
[32] Para mayor detalle ver informe de Avance SAC julio 2017.

En lo que respecta a la elección de los dos departamentos, la selección de éstos fue llevada a cabo a partir de los siguientes criterios: (i) departamentos con mayor SS en maíz y plátano -tanto a nivel nacional como departamental- en UPA's menores o iguales a 20 ha; (ii) número de municipios con áreas menores a una Unidad Agrícola Familiar (UAF)[33]; (iii) número de municipios priorizados en el posconflicto[34]; y (iv) disponibilidad espacio-temporal de la base de datos climática del IDEAM. Conforme a lo citado, se concluyó que Antioquia y Tolima -para los cultivos de maíz y plátano- fueron los dos departamentos considerados en el estudio de factibilidad para el diseño del SAC en Colombia. La elegibilidad se fundamenta en los siguientes aspectos :[35]

- Antioquia tiene la mayor superficie sembrada total (102,345 ha) entre los dos cultivos (maíz y plátano); además, 123 de sus 125 municipios tienen áreas menores a una UAF y el 48% (60) de ellos están priorizados en el posconflicto. Adicionalmente, es el departamento con la información climática más actualizada y con mayor disponibilidad tanto espacial como temporal.
- Tolima, a pesar de tener una menor SS que Córdoba (67,103 ha), cuenta con mejor información climática en función de su distribución espacial, la cual es necesaria para la calibración de los modelos de rendimientos. Tiene 46 de 47 municipios con áreas menores a una UAF y 9 de ellos están priorizados en el posconflicto; es decir, 3 municipios más que en Córdoba.

El potencial de productores beneficiados en Tolima y Antioquia en ambos cultivos es de 46,863 agricultores (9,482 productores de maíz y 37,381 productores de plátano, que representan el 8% y 14% del total nacional, respectivamente. Ver Figura 1).

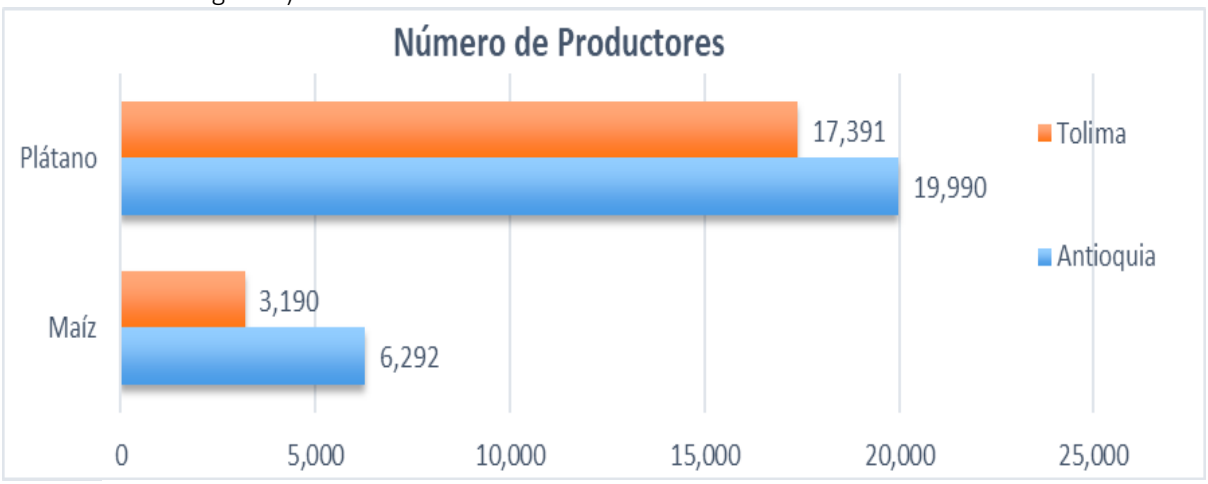


Figura 1. Número de productores de maíz y plátano en los departamentos de Antioquia y Tolima. Fuente: Autores con la información del número de UPA's del Tercer Censo Nacional Agropecuario del DANE.

[33] Clasificación elaborada por la UPRA en 2015, con base en IGAC, 2014, Base Catastral (Registros 1 y 2); Estadística Catastral Nacional Rural. Se entiende por Unidad Agrícola Familiar (UAF), la empresa básica de producción agrícola, pecuaria, acuícola o forestal cuya extensión, conforme a las condiciones agroecológicas de la zona y con tecnología adecuada, permite a la familia remunerar su trabajo y disponer de un excedente capitalizable que coadyuve a la formación de su patrimonio. Artículo 38; Ley 160 de 1994-Colombia.

[34] Identificados por el Ministerio de Posconflicto, Derechos Humanos y Seguridad.

[35] Para mayor información sobre la matriz de decisión, revisar el Informe de Avance SAC julio 2017.

4.1 Base de Datos

4.1.1 Base de Datos Climática

La base de datos de aquí en adelante denominada CPC se refiere a la unificación de los arreglos regulares: (1) CPC Unified Gauge-Based Analysis of Global Daily Precipitation para precipitación; y (2) MERRA para temperatura máxima y mínima (definidos en el capítulo 3). Los datos reticulares utilizados constan de series diarias de 1979 a 2015 de las tres variables.

En la Figura 2, se muestra el arreglo regular definido para la zona de estudio, el cual está constituido por 58 pixeles (40 para Antioquia y 19 para Tolima). Cabe mencionar que comparten el pixel 2872, el cual tiene mayor influencia sobre los municipios de Tolima.

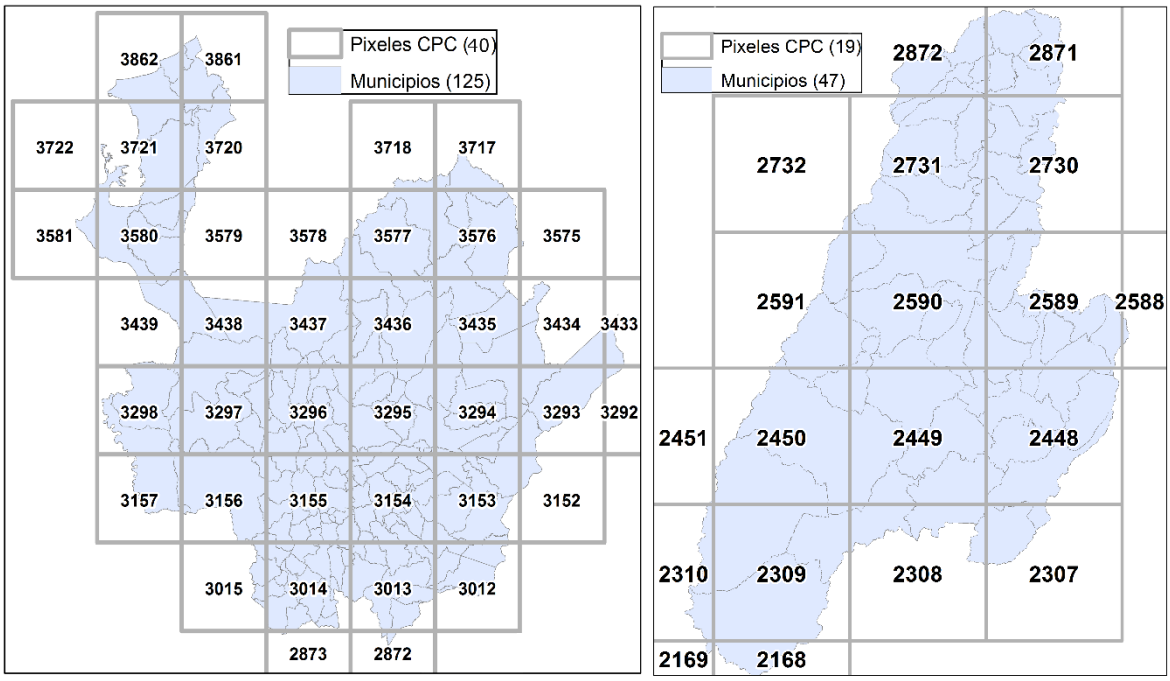


Figura 2. Arreglo regular definido para la zona de estudio. Antioquia (mapa de la izquierda) y Tolima (mapa de la derecha). Fuente: Autores.

Para los fines de este estudio, se procedió a realizar una clasificación climática a partir de la Clasificación climática de Thornthwaite[36], el 83% de la zona de estudio está clasificada en la gama de los climas húmedos, el más frecuente es el súper húmedo, con nulo déficit en cualquier estación del año y de diferentes características térmicas –cálido, semicálido y templado– (ArA'a', ArB'4a' y ArB'3a'). Los citados climas sólo se observan en Antioquia, principalmente en su porción occidental con PREC que oscilan entre los 2,644 mm y 4,437 mm anuales, con TMAX media anual entre los 21°- 28°C; así como temperaturas mínimas que oscilan entre los 11°-22°C (Figura 3).

[36] Para mayor detalle ver informe de Avance SAC julio 2017. Se sugiere, además, la revisión del documento técnico disponible en la siguiente página web: http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/climatologia-aplicada-a-la-ingenieria-y-medioambiente/contenidos/clasificacionesclimaticas/Thornthwaiteclasificacionclimatica.pdf

En el caso de Tolima el clima más frecuente es el subhúmedo húmedo (C2rA'a') y se observa en la región noreste, centro y sureste del departamento con precipitaciones entre los 1,209mm - 1,926 mm anuales, con valores medios anuales entre los 23°-30 °C para TMAX y temperaturas mínimas que oscilan entre los 14°-20°C (Figura 4).

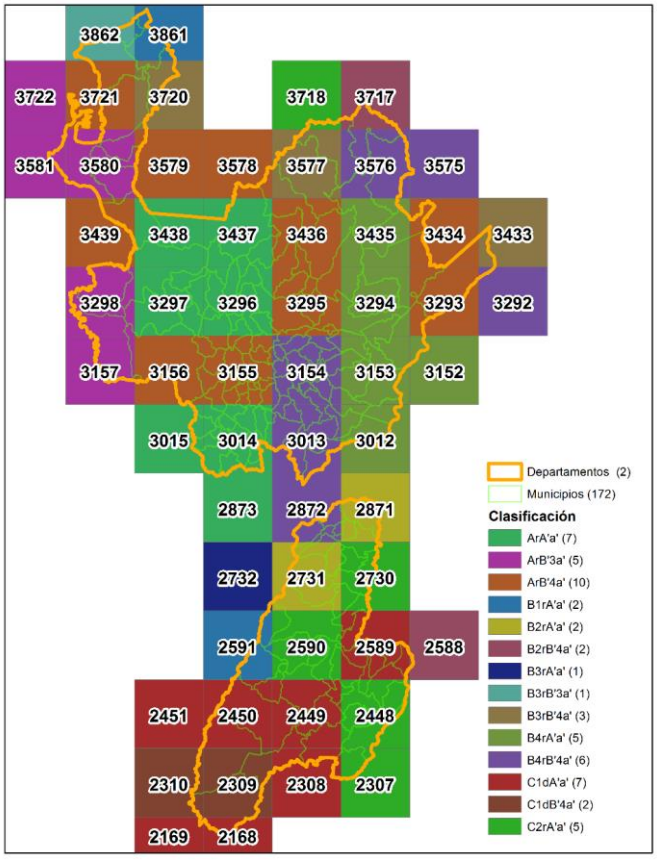


Figura 3. Clasificación climática de Thornthwaite. Las claves están compuestas como sigue: la primera letra en mayúscula identifica el régimen de humedad, la primera letra minúscula indica la variación de la humedad, la segunda letra mayúscula determina la eficiencia térmica y la segunda letra minúscula la concentración de la eficiencia térmica. Fuente: Autores.

Por lo que respecta a los climas secos, el más frecuente es el subhúmedo seco, con nulo exceso de agua en cualquier época del año y de característica térmica –cálida– (C1dA'a'), su extensión respecto de la superficie total del área de estudio es del 12%, y sólo se observa en Tolima, principalmente en la región sur-suroeste con precipitaciones anuales que oscilan entre los 850mm-1567 mm; con valores medios anuales entre los 18°-21 °C para TMAX y temperatura mínimas que oscilan entre los 11°-14°C (ver Figura 4).

Cabe mencionar, que a pesar que Tolima tiene menor superficie que Antioquia, dicho departamento presenta una gran diversidad de climas (8 clases), con la mitad de su territorio en la gama de los húmedos y la otra mitad del tipo seco. Las precipitaciones máximas anuales se observan en el norte del departamento (1995mm-2285 mm) con TMAX media anual que oscila entre los 18°-28°C, y la TMIN entre los 11°-19°C (ver Figura 4).

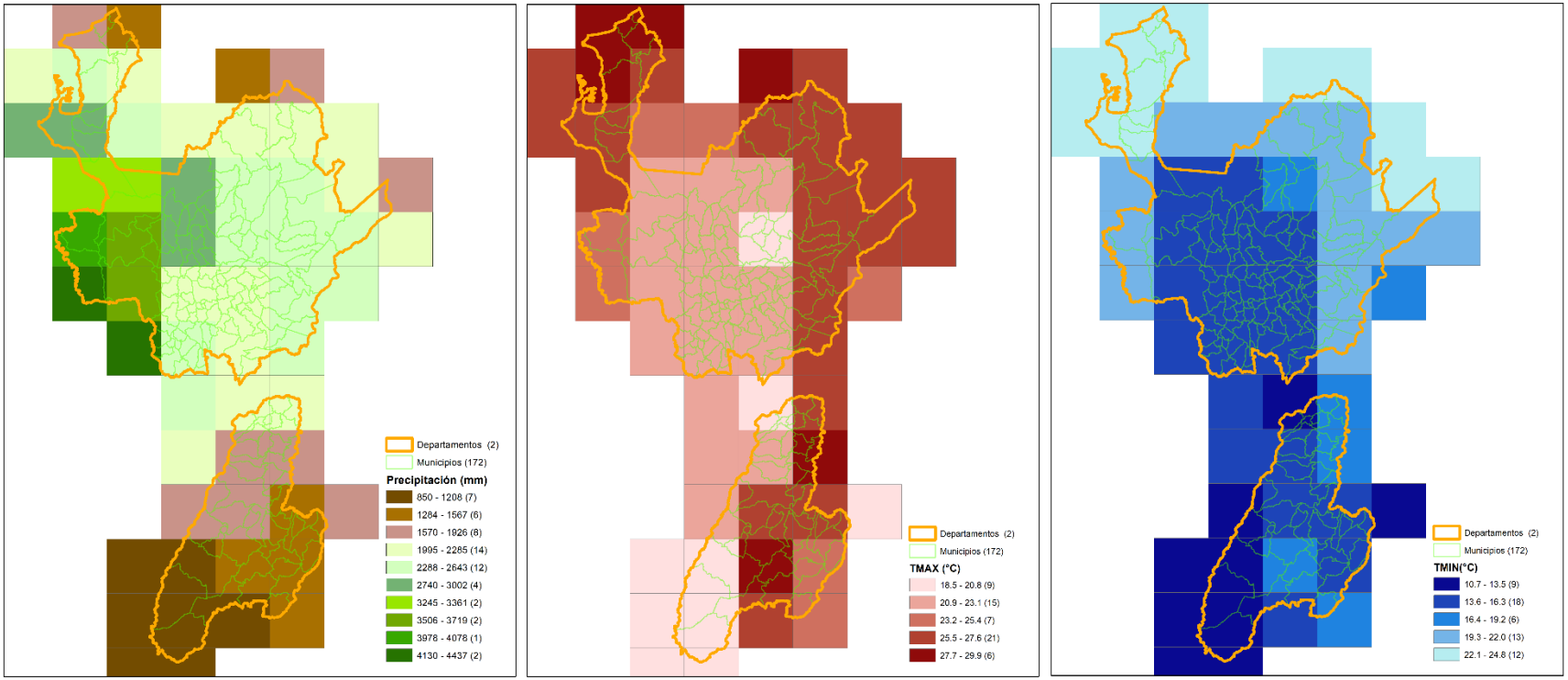


Figura 4. Normal climática de Precipitación (Mapa de la izquierda), Temperatura Máxima (Mapa Central) y Temperatura Mínima (Mapa de la derecha). Fuente: Autores, generada con la información climática diaria sintética de 1979-2015.

4.1.2 Base de Datos Productiva

Los datos productivos utilizados para la valoración del riesgo fueron modelados en cada pizel CPC a partir del uso del modelo agronómico MSPEC. Lo anterior, permite obtener con cierto grado de confiabilidad, la información necesaria para la construcción de un SAC por índices de rendimiento. Esto se debe a que el MSPEC provee (i) series de producción de los cultivos de interés de acuerdo a la longitud temporal de las series climáticas, lo que resuelve el problema que representa la carencia de información; y (ii) la relación entre la severidad del daño por el evento climático y el rendimiento del cultivo.

En el caso de las series de rendimiento modeladas para el cultivo de maíz, el MSPEC se calibró con datos de coeficientes genéticos correspondientes a genotipos de maíz representativos de Colombia[37]. Se utilizaron datos experimentales con la mayor cantidad de información, desde la descripción fisiológica de los genotipos hasta las condiciones de clima y suelo[38].

El modelo MSPEC se alimentó con registros históricos observados para los años 2003 y 2004, de las variables de precipitación, temperatura máxima y mínima correspondiente a las EMC con clave 22015020 y 21245040, por ser las más cercanoas a las localidades de Palmira, Valle del Cauca, y Chinchiná, y Caldas, donde se desarrollaron las pruebas experimentales que sirvieron de base para la calibración del modelo. La Figura 5, muestra un ejemplo de la regresión entre los rendimientos simulados y observados de maíz. En dicha figura se aprecia la relación 1:1, con el coeficiente de determinación del 0.915, y los rendimientos simulados en una proporción del 97% a los observados. Los resultados permiten confiar en las estimaciones realizadas con el modelo, considerando diferentes genotipos, condiciones ambientales y de manejo, como densidad de población y fecha de siembra.[39]

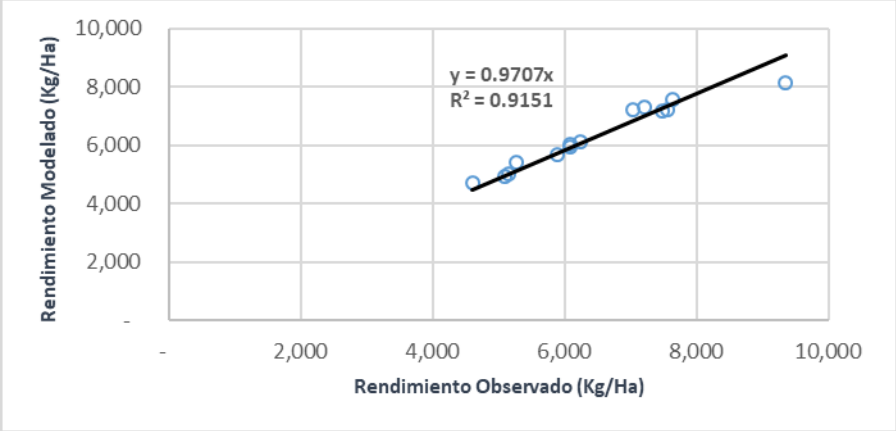


Figura 5. Relación entre rendimientos simulados mediante el MSPEC y observados en experimentos del cultivo de maíz en Palmira, Valle del Cauca y Chinchiná, Caldas. Con información de las EMC con clave: 22015020 y 21245040, por ser las más cercanas a las localidades de prueba y con información de las variables climáticas para los años de las pruebas 2003 y 2004.

[37] Anónimo. 2012. Manual técnico del cultivo de maíz bajo buenas prácticas agrícolas. Gobernación de Antioquia. Colombia. 152 p.

[38] Cirilo, A.G. 2004. Rendimiento del cultivo de maíz. Manejo de la Densidad y Distancia entre Surcos en Maíz. Idia XXI: revista de información sobre investigación y desarrollo agropecuario, 2004, v. 4, no. 6, p. 128-133.

[39] Para representar el comportamiento de los genotipos específicos que se siembran, principalmente en lo referente a su madurez, se consultaron datos publicados por el departamento de Antioquia en el Manual Técnico del cultivo de Maíz bajo buenas prácticas agrícolas. Se obtuvieron los requerimientos térmicos de 3 híbridos de maíz blanco, así como datos de rendimiento en diferentes localidades y bajo 2 densidades de siembra. El tipo de suelo se ajustó a una profundidad de 74 a 120 cm con textura franca, estimando las propiedades hidráulicas del suelo como Conductividad Hidráulica, Contenido de Humedad a Capacidad de Campo y Punto de Marchitez Permanente.

No obstante los resultados positivos obtenidos con el uso del MSPEC, es de reconocerse que la falta de datos reales para relizar una calibración más robusta, introduce un elemento adicional al riesgo de base inherente a este tipo de esquemas de seguros. Lo anterior implica la necesidad de incorporar al análisis de riesgo, para años futuros, los datos de producción que se generen en la prueba piloto del esquema, ante la carencia de estudios técnicos de referencia que permitan contar con información más extensa respecto de otros materiales genéticos y distintas condiciones agroclimáticas y fisiográficas, que fortalezcan la modelación realizada en los departamentos seleccionados. Igualmente, deberá considerarse la necesidad de realizar los esfuerzos necesarios para promover la obtención de información técnica que permita la adaptación del MSPEC y SAC a otras regiones del país.

En cuanto a la modelación de rendimiento del cultivo del plátano, se decidió también utilizar el modelo MSPEC para generar la serie de rendimientos requerida. Para ello, se adecuaron los módulos relativos a Edad Fisiológica, Asimilación de CO_2, Filtración y Escurrimiento del Agua y el Balance de Humedad suelo-planta-atmósfera. Se calibró con información de los coeficientes genéticos correspondientes a los genotipos representativos de las plantaciones más comunes en Colombia[40]: Hartón y Dominico-Hartón.

Con el objetivo de validar los datos modelados de plátano, se utilizaron datos experimentales con la mayor cantidad de información, desde la descripción fisiológica de los genotipos hasta las condiciones de clima y suelo[41]. El modelo se alimentó con los registros históricos observados para el año 2002 de las variables de precipitación pluvial, temperatura máxima y mínima correspondiente a las EMC 21245040, por ser la más cercana a la localidad de Montenegro, Quindío, lugar donde se desarrolló la prueba de evaluación de rendimientos de la variedad Dominico-Hartón a diferentes densidades de población y arreglo de plantas[42]. Estos últimos datos sirvieron de base para la calibración del modelo. La Figura 6, muestra la regresión entre los rendimientos simulados y observados, donde se aprecia la relación 1:1, con el coeficiente de determinación del 0.929, y los rendimientos simulados en una proporción del 98% a los observados. Estos resultados permiten confiar en las estimaciones realizadas con el modelo.

[40] Chaves B., G. Cayón and J. W. Jones. (2009). Modeling plantain (Musa AAB Simmonds) potential yield. Agronomía Colombiana, Vol. 27, Núm. 3.
[41] Cayón S., G, Valencia M., J. A.; Morales O., H; Domínguez V., A. (2004). Desarrollo y producción del plátano Dominico-Hartón (Musa AAB Simmonds) en diferentes densidades y arreglos de siembra. *Agronomía Colombiana*, vol. 22, núm. 1, 2004, pp. 18-22. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
[42] Ibídem.

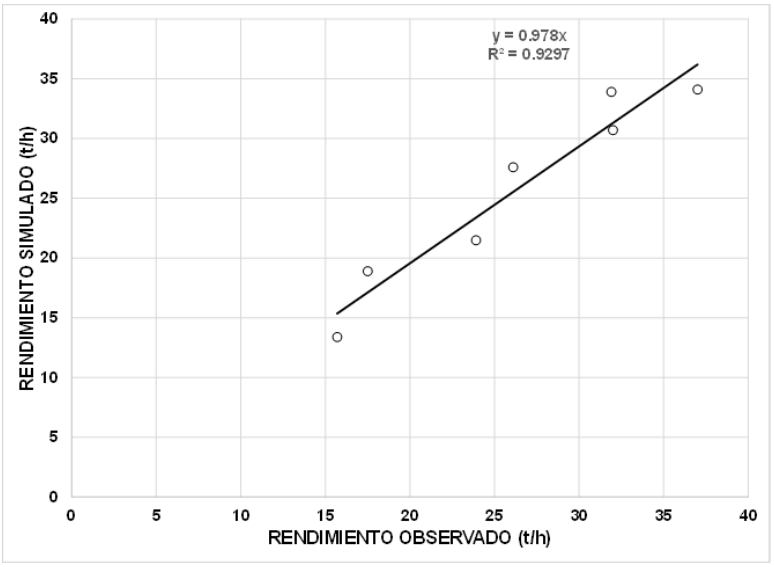


Figura 6. Relación entre rendimientos simulados mediante el MSPEC y observados en experimentos del cultivo de plátano en la localidad de Montenegro, Quindío. Con información de la EMC con clave: 21245040 y con información de las variables climáticas para el año de la prueba 2002.

Finalmente, es de resaltar que la construcción y uso de rendimientos sintéticos en lugar de los observados, permite obtener las siguientes ventajas:

- Longitud de la serie: Cada pixel cuenta con 37 años de datos (1979-2015), lo cual es significativamente mayor a los 9 años de registros con los que cuenta la base de datos histórica del DANE.
- Variabilidad de rendimientos: Los datos modelados de productividad presentan una mayor variabilidad con respecto a los datos oficiales. Esto que permite realizar una modelación de riesgo más eficiente.

4.1.3 Base de Datos Geográfica

Con el objetivo de poder ubicar la superficie factible de proteger en la prueba piloto, se utilizó el shape (MARCO_AREAS) proporcionado por FINAGRO. Este archivo contiene 62,194 polígonos distribuidos en 31 departamentos. El 15% (9,315) de dichos polígonos se ubican en los departamentos de Antioquia (6,728) y Tolima (2,587)[43].

Discriminado los cultivos transitorios y perennes -a partir del campo NESTRATO- existen 2,697 polígonos, dominando la clasificación perenne en ambos departamentos (2,099 polígonos), que en conjunto representan el 78% de éstos; con el 55% para Antioquia y un 23% en Tolima (Figura 7). Por lo que se refiere a los cultivos transitorios, se observó que en el caso de Antoquia existe una baja densidad (180) en compararación a los existestentes en Tolima (418), por lo que se decidió sólo utilizar el "id" del polígono. No obstante, al tener acceso a la información histórica de las Encuestas Nacionales Agropecuarias (ENA's), fue posible relacionar estos polígonos con las 9,315 UPM (Unidad Primaria de Muestro) y el "id" del departamento.

[43] Es importante señalar, que con base en la información proporcionada por FINAGRO, cada polígono corresponde a la agrupación de varios productores y, por lo tanto, no es posible su ubicación dentro del polígono.

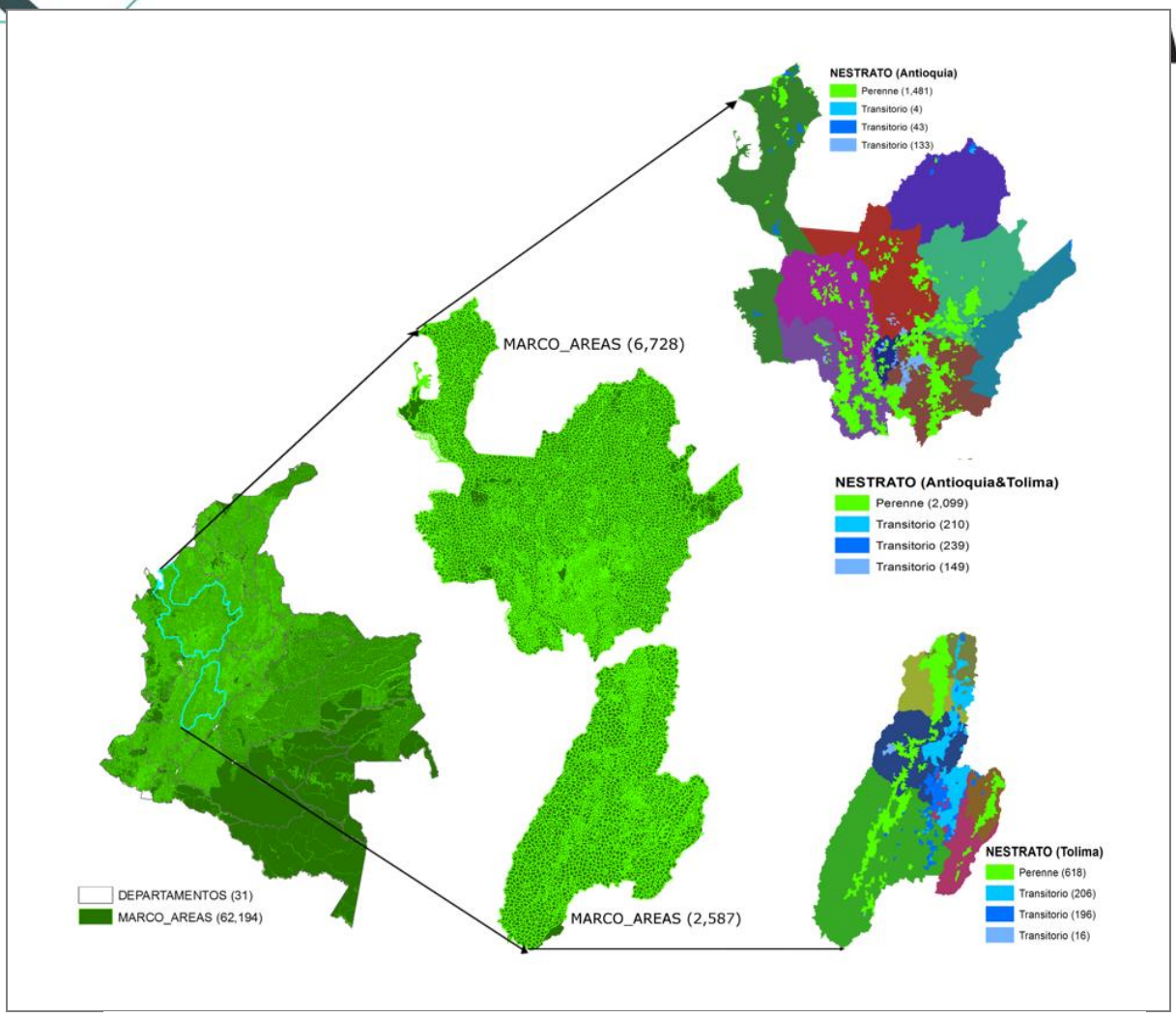


Figura 7. Ubicación geográfica de los polígonos del shape Marco_Areas proporcionado por FINAGRO.

La información analizada de las ENA´s corresponde a 24,871 registros para maíz y 26,749 en plátano con encuestas de los años de 1988, 1995-1997 y 1999-2012, es decir, en el mejor de los casos se tendrían datos de 17 años a nivel de finca. No obstante, una vez analizada la información para maíz, el mayor número de encuestas a nivel de polígono (Departamento-UPM) es de 13 años, tres ubicados en Antioquia y uno en Tolima, los cuales están constituidos con un máximo de 6 fincas encuestadas. Cabe mencionar que el 85% de los polígonos disponen de información de 2 años de encuestas en alguna de las fincas que lo constituyen.

Sin considerar ningún atributo de variedad, sistema productivo, tipo[44] y ciclo, es posible identificar 2,122 polígonos únicos que históricamente han sembrado maíz y han sido encuestados (1,264 polígonos para Antioquia y 858 en Tolima). En el caso del plátano, se ubican 1,772 polígonos únicos; 940 para Antioquia y 832 en Tolima. Además, 1,441 polígonos en los que han sembrado maíz también han cultivado plátano, 734 ubicados en Antioquia y 707 en Tolima.

[44] Monocultivo (sólo), mixto, intercalado, asociado y bajo invernadero.

GOBIERNO DE COLOMBIA MINAGRICULTURA
Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario - **FINAGRO** Carrera 13 Nº 28-17 Pisos 2, 3, 4 y 5
PBX: 3203377 Agrolínea 018000 912219 Bogotá D.C. - Colombia www.finagro.com.co

Con lo que respecta a Antioquia, la mayor concentración de polígonos para maíz se observa en sus regiones Norte (porción sur) y Oriente. En el caso de Tolima, se observa una distribución regular de polígonos que han sembrado tanto maíz como plátano, con excepción de la porción occidental y sur de la región Sur, en la cual, no se identificó ningún polígono (Figura 8). Esto último es importante, debido a que corresponde a la zona registrada con rendimientos sintéticos bajos y hasta de cero -resultado de las primeras simulaciones- que en su momento se planteó la hipótesis de que fueran zonas no aptas para el cultivo de maíz.

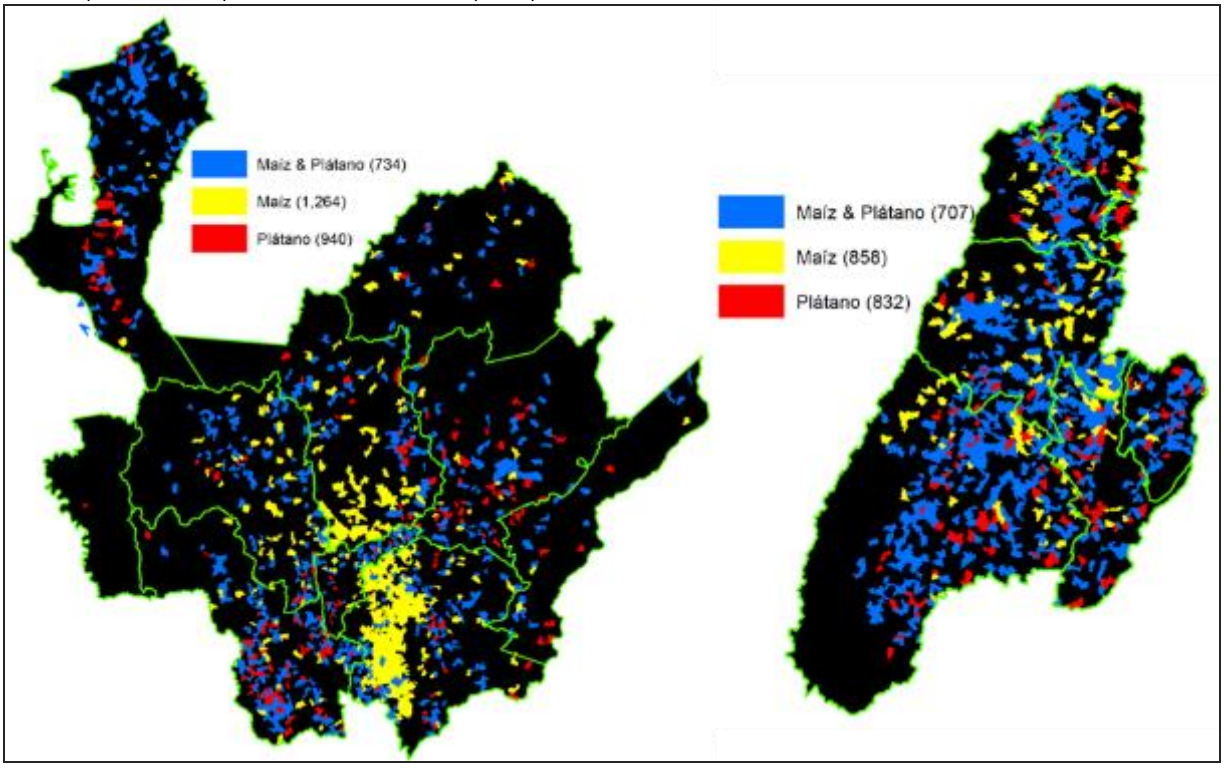


Figura 8. Ubicación geográfica de los polígonos del shape Marco_Areas proporcionado por FINAGRO relacionando la información de las ENA's de los cultivos de maíz y plátano analizada por los autores. La división corresponde a las 9 regiones de Antioquia y las 6 provincias de Tolima.

A partir de la información proporcionada por FINAGRO y dada la falta de una guía oficial de fechas de siembra, se generó un calendario de fechas de siembra para el cultivo de maíz de cada uno de los 2,122 polígonos previamente identificados. Esto se hizo a partir del cálculo de la moda del mes del campo DFECHA_SIE[45]. El análisis realizado permitió identificar que el 19% (395) y 16% (330) de los productores frecuentemente han sembrado en el mes de marzo y septiembre, respectivamente. A nivel departamental, marzo es el mes de mayor importancia en Antioquia con 275 polígonos y septiembre para Tolima con 232 (Figura 9).

[45]Se refiere a la fecha de siembra.

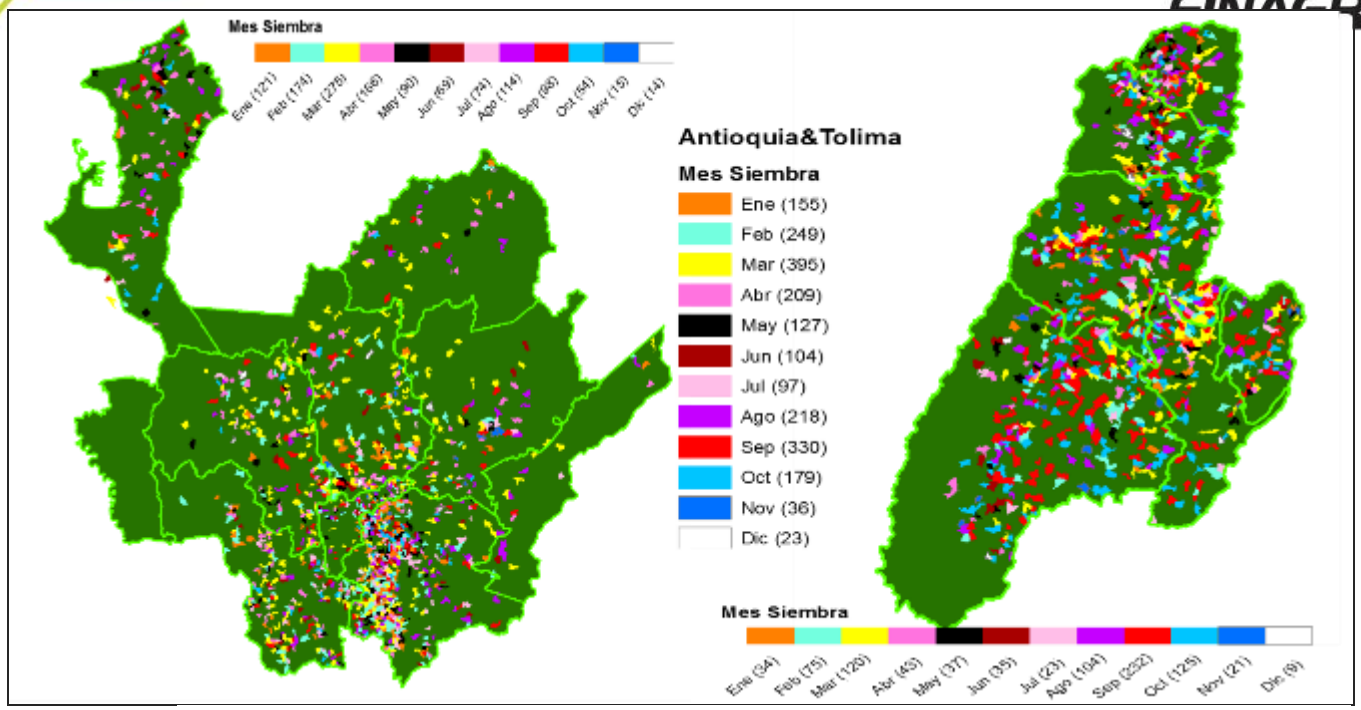


Figura 9. Ubicación geográfica de los polígonos del shape Marco_Areas proporcionado por FINAGRO relacionando la información de las ENA's respecto de las fechas de siembra para el maíz calculada por los autores. La división corresponde a las 9 regiones de Antioquia y las 6 provincias de Tolima.

En lo referente al tamaño de los polígonos (UPM) el análisis de la información derivó en los siguientes resultados de los 2,122 polígonos para maíz, el tampo medio es de 731 ha con una moda de 573 ha y con un máximo de 7 fincas encuestadas por polígono. Sólo se identifican 3 UPM's con superficies entre las 6 y 25 ha y están ubicadas en el departamento de Antioquia. Considerando el campo Tipo del archivo shape analizado, fue posible identificar que el 56% de los polígonos están constituidos por fincas donde el maíz es asociado, mixto o intercalado con algunos otros cultivos. A nivel departamental cumplen dicha condición el 60% y 49% de los polígonos de Antioquia y Tolima, respectivamente. Cabe mencionar, que en Tolima más del 50% de las UPM´s están constituidas por fincas donde el maíz es monocultivo, además se trata de polígonos que en conjunto agrupan la mayor superficie y se ubican principalmente en las regiones de Ibagué y Suroriente. Caso contrario es Antioquia, donde se observa una distribución más homogénea de los polígonos bajo una misma clasificación (Figura 10).

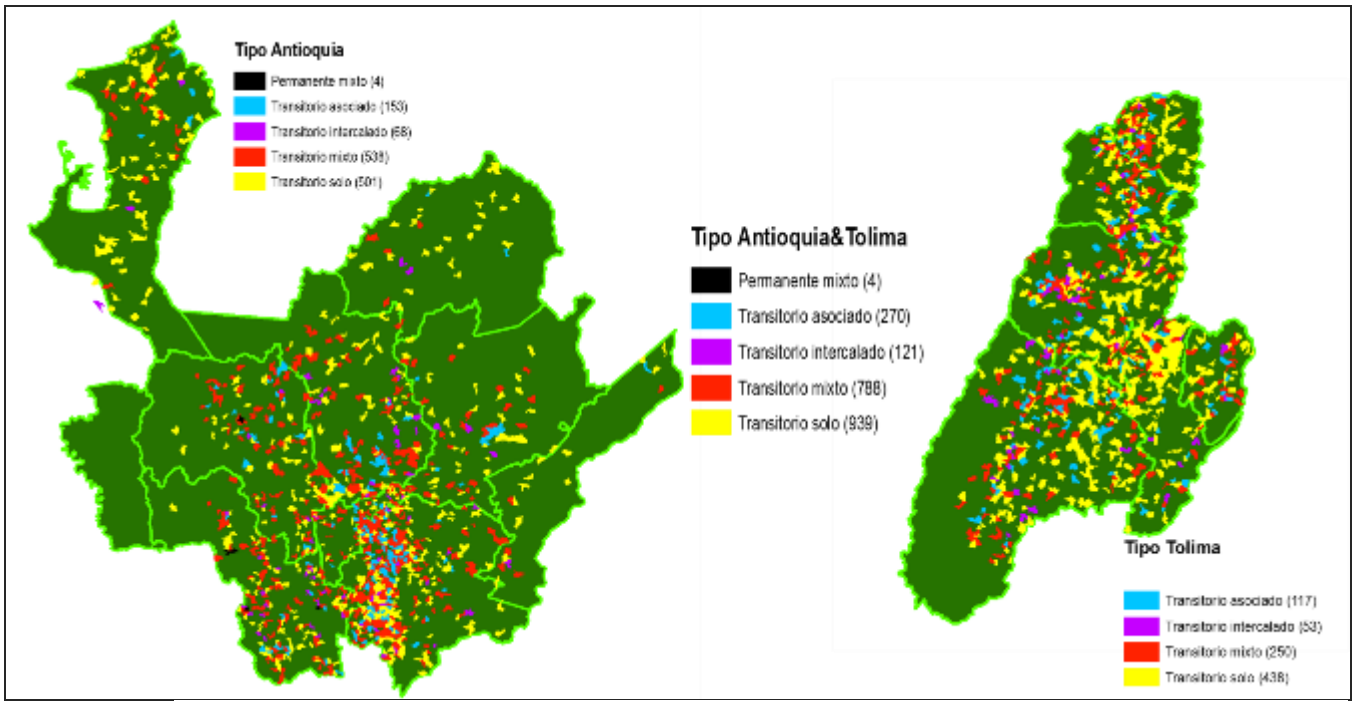


Figura 10. Ubicación geográfica de los polígonos del shape Marco_Areas proporcionado por FINAGRO relacionando la información de las ENA's respecto del campo tipo para el maíz discriminado por los autores. La división corresponde a las 9 regiones de Antioquia y las 6 provincias de Tolima.

4.2 Análisis de Factibilidad de Maíz Blanco Tradicional

En el proceso de diseño de la cobertura del SAC, se modeló el Maíz Blanco Tradicional (MBT). Esto se debió a que el MBT se encuentra estrechamente relacionado con la población objeto del instrumento, en función de lo siguiente:

- Cultivo dedicado al consumo humano[46],
- Se siembra en pequeñas extensiones de superficie,
- Utiliza semilla no certificada (genotipos criollos), y
- Alto empleo de mano de obra y bajo uso de agroquímicos, en especial de fertilizantes[47, 48].

Durante el año 2012, Antioquia y Tolima fueron el segundo y tercer productor, respectivamente, de producción de MBT del país, después de Córdoba. El consumo humano de maíz blanco no es directamente del grano, sino maíz transformado en arepas u otros alimentos que utilizan harinas precocidas o masa húmeda como materia prima.

[46] Anónimo. (2012). Manual técnico del cultivo de maíz bajo buenas prácticas agrícolas. Gobernación de Antioquia. Colombia.
[47] https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/enda/ena/maiz_tecnificado.pdf
[48] Grande, C. & Orozco, B. (2012, septiembre 03). Producción y procesamiento del maíz en Colombia. *Revista Científica Guillermo de Ockham*, 11, p.100.

El maíz amarillo no fue considerado en virtud de que es utilizado básicamente para el consumo animal, ya sea en forma directa o como insumo para la fabricación de alimentos balanceados. No obstante, la producción tanto de maíz blanco como amarillo tiene los mismos requerimientos edáficos, hídricos y térmicos, de manera que el área se desplaza hacia uno o el otro dependiendo de las condiciones del mercado[49].

Para la construcción de la base sintética de rendimientos del MBT se utilizaron los siguientes datos de entrada en el MSPEC:

- Variables climáticas (CPC),
- Ciclos de siembra, definido como ciclo A (CA; primer semestre del año) y ciclo B (CB; segundo semestre del año),
- Fecha de establecimiento del cultivo por ciclo, para el CA -15 de abril- y CB -15 de agosto- identificadas como fechas donde se establece la mayor superficie del cultivo[50],
- Densidad de población promedio de 40,000 pl/ha,
- Ciclo vegetativo máximo de 150 días,
- Textura de suelo determinada por el centroide del pixel de CPC,
- Pendiente del terreno general del 5%, y
- Altitud promedio del pixel CPC.

A continuación, se muestra un diagrama de caja que resume la distribución del rendimiento de una muestra de 29 pixeles modelados tanto de Tolima como de Antioquia para el Ciclo A del MBT. Se observa que el rendimiento es mayor en los pixeles de Tolima (extrema derecha) en relación a los de Antioquia (Figura 11). El rendimiento promedio en Tolima es de 3.1 toneladas por hectárea, mientras que en Antioquia es de 943 kilogramos por hectárea.

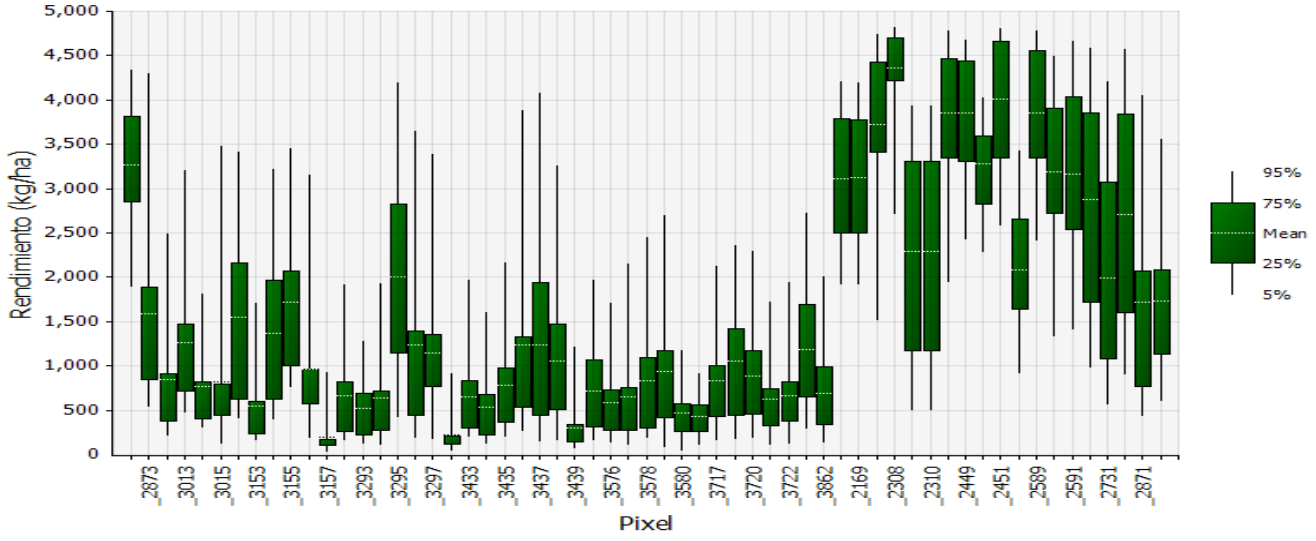


Figura 11. Distribución de rendimientos sintéticos para el ciclo A de MBT en Antioquia y Tolima. Fuente: Construcción propia.

[49] Anónimo. (2012). Manual técnico del cultivo de maíz bajo buenas prácticas agrícolas. Gobernación de Antioquia. Colombia
[50] https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/enda/ena/maiz_tecnificado.pdf

Para el caso del Ciclo B, se realizó una simulación de los rendimientos para 30 pixeles distribuidos en ambos departamentos. En la Figura 12, se observa que los pixeles 2309 y 2450 ubicados en Tolima y 3298 ubicado en Antioquia, muestran un comportamiento atípico caracterizado por la obtención de bajos rendimientos comparados con los obtenidos en el resto del departamento.

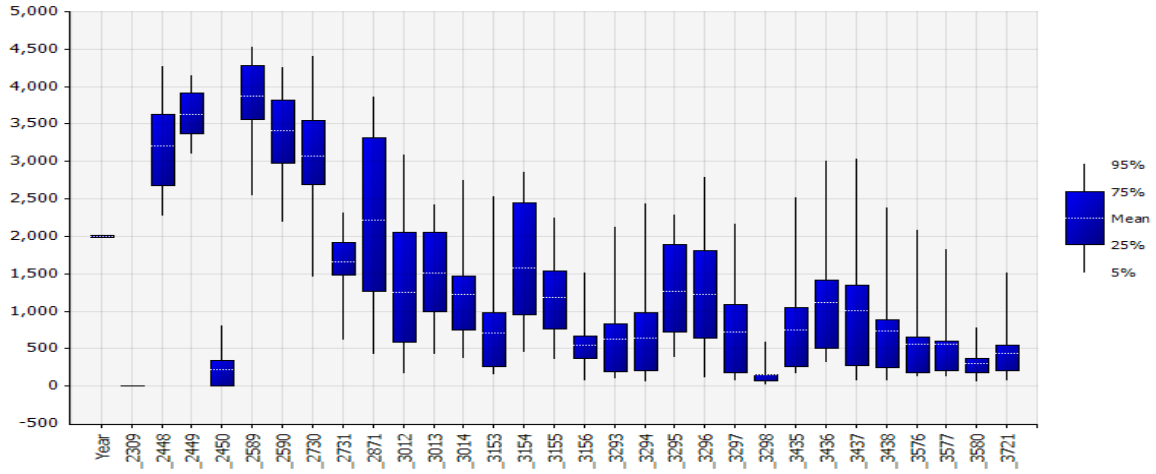


Figura 12. Distribución de rendimientos sintéticos para el ciclo B en MBT de la primera simulación en 30 pixeles de Antioquia y Tolima. Fuente: Construcción propia.

Derivado de los resultados obtenidos para la modelación del CB, se hizo necesario realizar un análisis agroclimático y fisiográfico más específico de esos pixeles en particular. A continuación se presentan, a manera de ejemplo, los resultados obtenidos en el pixel 2450, donde destaca que la altimetría dominante en éste (75%), presenta una altitud superior a los 2,000 msnm (Figura 13). Con el mismo objetivo, se identificó a la EMC 26095080 que tiene las mismas características fisiográficas, lo que permitió obtener las oscilaciones térmicas y los umbrales de temperaturas.

Asimismo, se analizaron las series de las temperaturas máximas y mínimas diarias correspondientes al pixel 2450 y a la EMC 26095080[51]. Se observan oscilaciones térmicas del mismo orden de magnitud (5°-15 °C) que las presentadas en la mayor parte del departamento de Tolima (Figura 14), sin embargo las temperaturas máximas oscilan entre los 13°-24°C y las mínimas entre los 7°-12°C (Figura 15). Lo anterior, permitió establecer la hipótesis de que el cultivo no alcanza las unidades calor (UC) necesarias para cumplir con su ciclo de desarrollo.

Efectivamente, las UC acumuladas en el ciclo B en el pixel fueron de 767 y en la EMC de 582, siendo que el requerimiento teórico es de 1,500 a 2,000[52], lo que impidió al cultivo llegar al término de su desarrollo (Figura 16). Cabe mencionar que la EMC tiene un total de 20 registros faltantes durante el período utilizado en el cálculo de las UC, razón por la cual presenta una menor acumulación. No obstante, la razón de realizar el análisis tanto del dato climático sintético como del observado, obedece a ejemplificar que los arreglos regulares a pesar del tamaño del pixel (~55X55 km) tienen la capacidad de caracterizar climáticamente el área de estudio.

[51] La EMC se ubica aproximadamente a 30 km en línea recta del centroide del pixel.

[52] Los requerimientos de Unidades Calor para Maíz dependiendo del genotipo oscilan entre 1,500 a 2,000. Ver Ospina R. J.G. 2012. Evaluación de la producción de biomasa de maíz en condiciones del trópico colombiano. http://www.engormix.com/MA-agricultura/maiz/articulos/

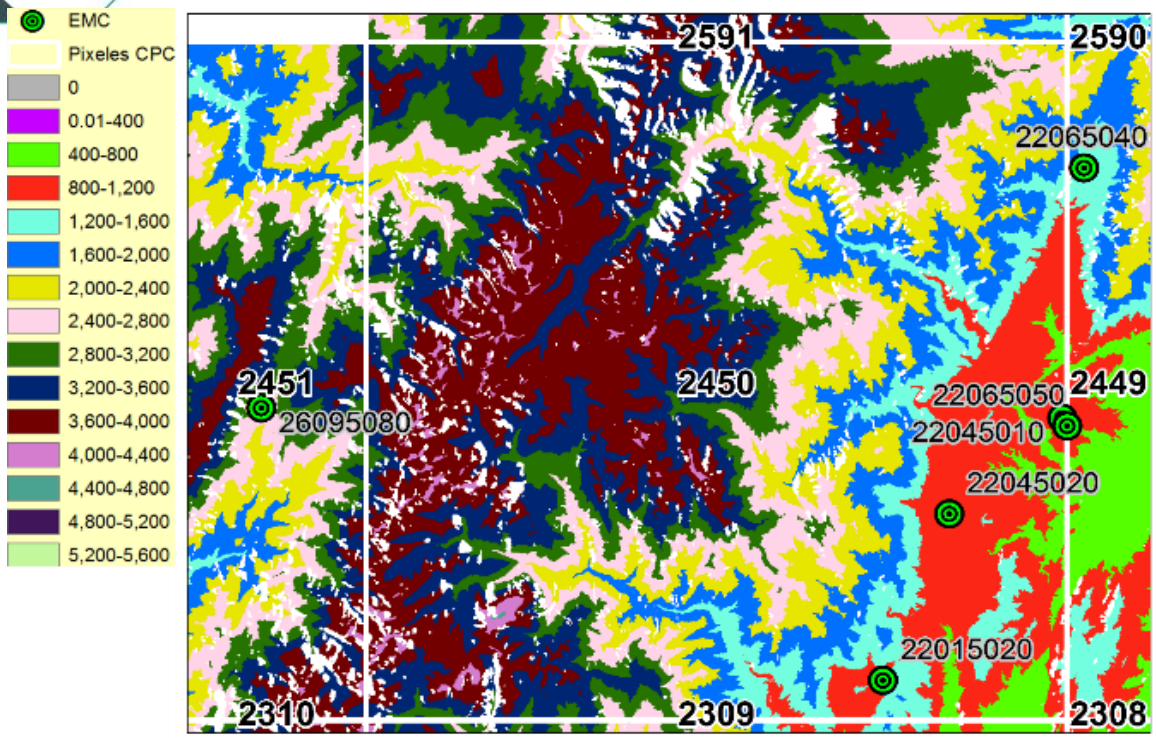


Figura 13. Ubicación geográfica de las EMC cercanas al pixel 2450 de Tolima con la altimetría reclasificada del DEM (Digital Elevation Model) de 30 metros del SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). Altimetría en msnm. Fuente: Autores.

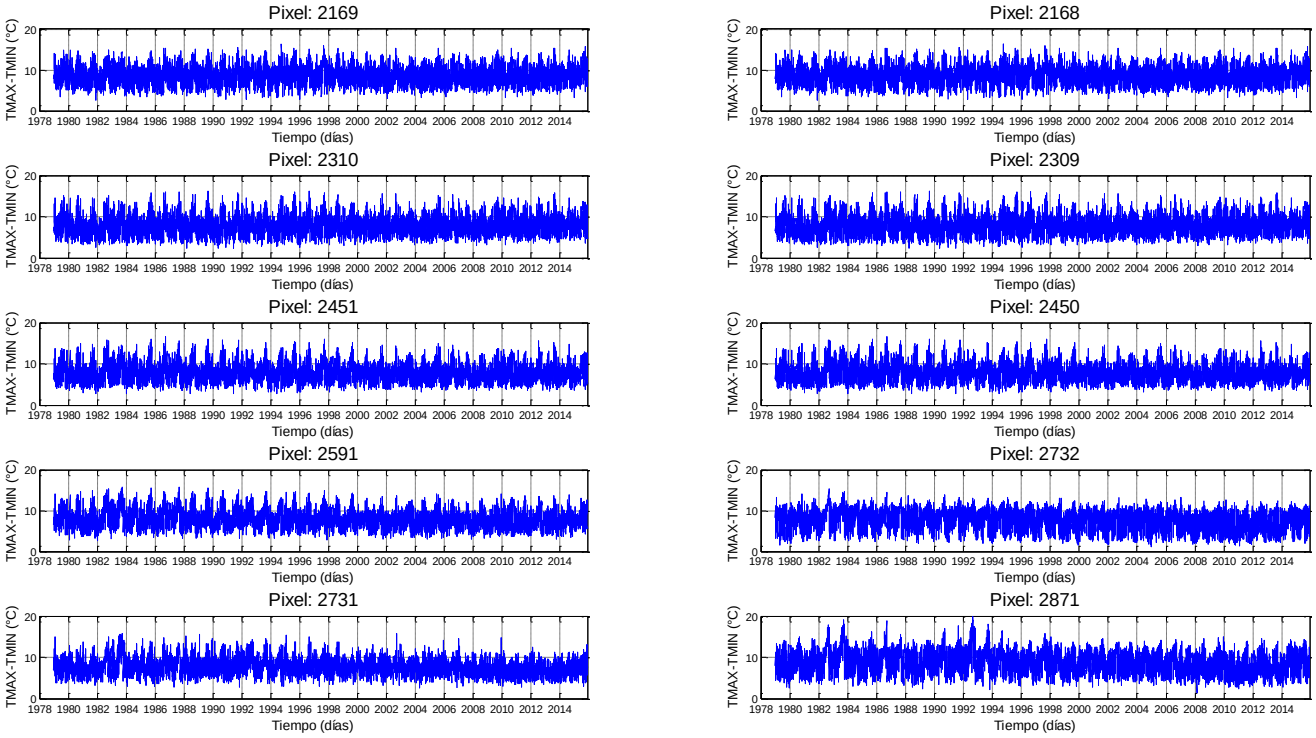


Figura 14. Oscilación térmica de algunos pixeles de Tolima.

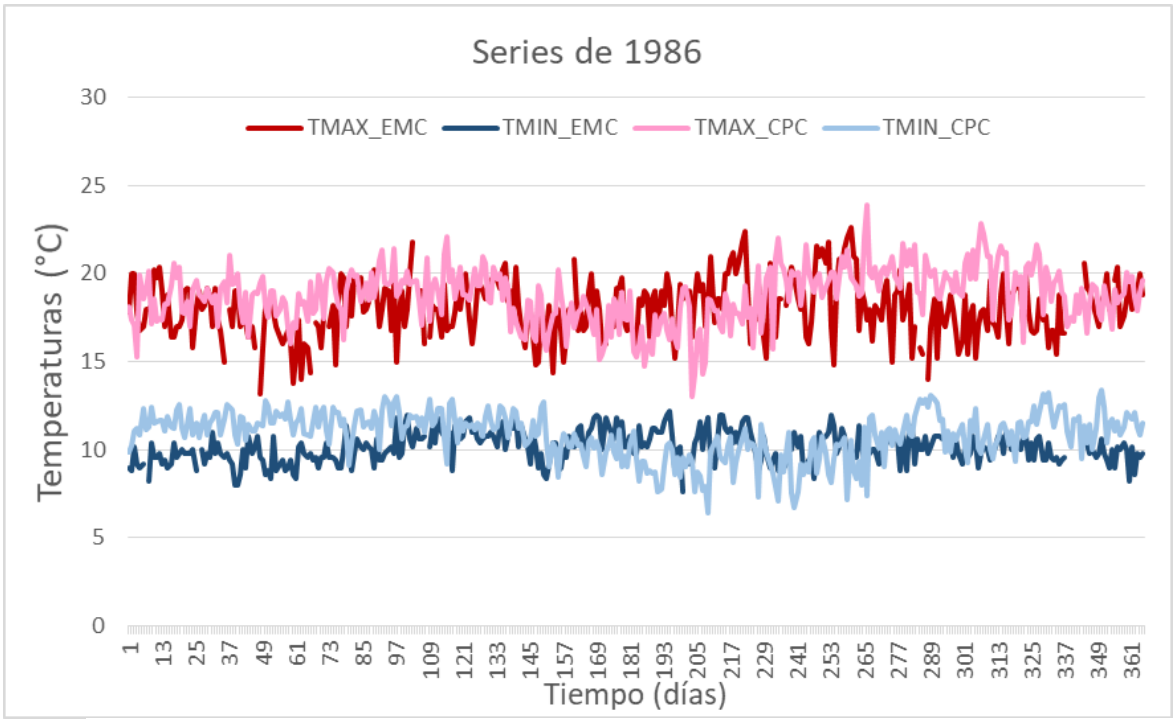


Figura 15. Serie de tiempo del año 1986 de las temperaturas máximas y mínimas del pixel 2450 y la EMC 26095080. Fuente: Autores con la información climática de los arreglos regulares y de la EMC proporcionado por el IDEAM.

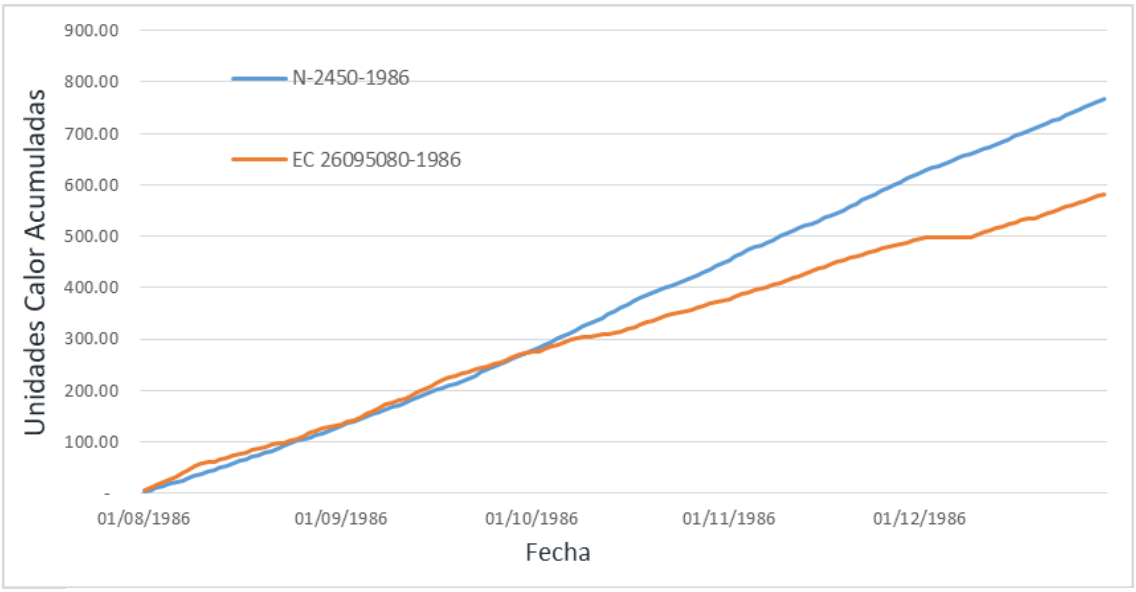


Figura 16. Análisis comparativo de las Unidades Calor acumuladas en el Semestre B para el año 1986 para el pixel 2450 y la EMC 26095080. Fuente: Autores con la información climática de los arreglos regulares y de la EMC proporcionado por el IDEAM.

4.2.1 Análisis Fisiográfico

Derivado de los resultados descritos en la sección anterior, en los cuales se identificaron algunos pixeles con rendimientos bajos o hasta de cero principalmente en el suroeste de Tolima, se hizo una revisión en cada uno de los módulos del MSPEC para determinar las posibles causas de dichos rendimientos. El análisis arrojó que en ciertos pixeles (ej. 2309 y 2450 ubicados en Tolima y 3298 ubicado en Antioquia) no se acumulaban las unidades calor (UC) necesarias para que el cultivo cumpliera su ciclo vegetativo. Sumado a lo anterior, se desconocía la ubicación de las fincas, lo que dificultó poder identificar si los pixeles con bajas UC se trataban de zonas no aptas o áreas no agrícolas.

Con el objetivo de poder identificar zonas no aptas (viceversa), se realizaron análisis de altimetría, pendiente, usos y texturas de suelo a una mayor resolución a la de CPC (~55 km). Para ello, se utilizó la malla definida para CMORPH con un pixel de 0.07277° latitud/longitud (8 km). Esto permitió incrementar en un 2,700% el número de pixeles, al pasar de 58 pixeles definidos en CPC a 1,559 subpixeles. Con el DEM de 30 m (Digital Elevation Model por sus siglas en inglés) del SRTM[53] se determinó al interior de cada CMORPH: (i) las dos principales modas de altitud[54] en función de 14 clases (0), (ii) la moda de pendiente a partir de 7 clases (Figura 18); y (iii) la superficie relativa que las modas representan respecto de cada subpixel.

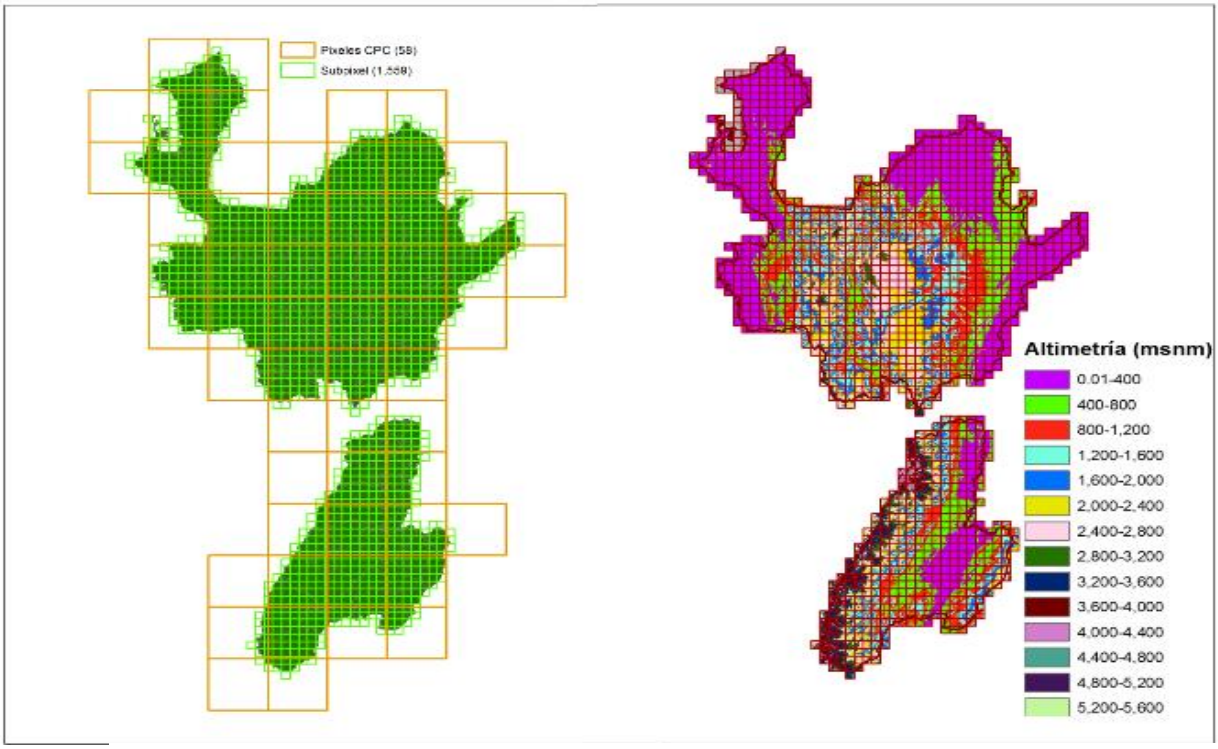


Figura 17. Ubicación geográfica de los pixeles CPC y CMORPH (Mapa de la Izquierda). Altimetría reclasificada del DEM de 30 metros (Digital Elevation Model) del SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). Altimetría expresada en msnm. Fuente: Autores.

[53] SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). Se utilizaron 23 escenas que cubren a los dos departamentos.
[54] Con las 2 altimetrías seleccionadas en el MSPEC se realizó una corrección de la temperatura con la altura de 1°C/180m representativo de una atmósfera de la zona intertropical.

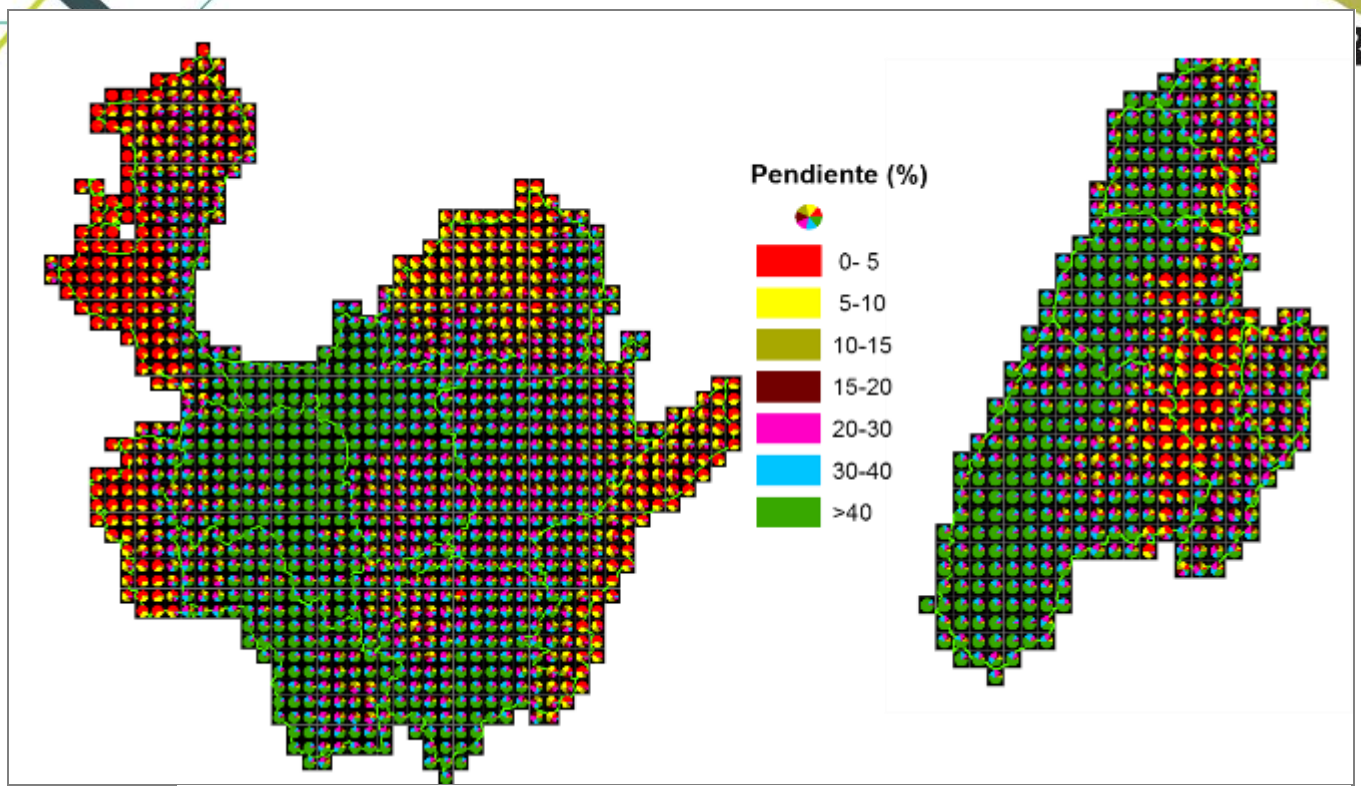


Figura 18. Proporción de clases de pendiente generadas con el DEM de 30 metros (Digital Elevation Model) del SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) en cada subpixel. Fuente: Autores.

En el proceso de identificación de áreas no aptas (viceversa) se trabajó con el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas(RUNAP[55]). Tomando en cuenta este registro, se descargaron los 107 polígonos correspondientes a las Áreas Protegidas (AP) de la zona de estudio, y se identificó que el 36% corresponde a reservas forestales ubicadas principalmente en la región Oriente de Antioquia. En cuanto a extensión, los polígonos con mayor superficie son los Parques Naturales de Las Hermosas y del Nevado del Huila,ubicados en la región Sur de Tolima. Caso contrario, el de menor extensión, es el Parque Ecológico Cerro Nutibara -clasificado como área de recreación- ubicado en el Valle de Aburrá en Antioquia (Figura 19).

Con lo que respecta a las texturas, se utilizó la capa proporcionada por el IGAC en el Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras. En la Figura 20, se observa de manera general que el área de estudio está dominada por una composición de textura fina a media; además, se aprecia que al interior de los subpixeles la superficie es homogéna con alguna de las clases, destacando el Franco con el 58% en el área de estudio (Tabla I). Por lo anterior, se determinó que la textura de suelo asigando a nivel subpixel corresponda a su centroide.

[55] Registro Único Nacional de Áreas Protegidas. http://runap.parquesnacionales.gov.com; Consultada el 31 de julio de 2017.

Tabla I. Características físicas de las texturas de suelos utilizados por el MSPEC para fines de simulación de rendimientos. Fuente: Elaboración propia a partir de la capa de grupos texturales del IGAC.

Característica	Constante	Migajón Arenoso	Arcilla ligera	Franco
Contenido de humedad a Saturación	Hso	0.504	0.453	0.503
Succión Mátrica	lambda	0.021	0.009	0.018
Tensión máxima a Capacidad de Campo	Ten max	290	300	300
Conductividad hidráulica flujo saturado	Ko	12.000	3.500	5.000
Constante empírica de conductividad	a	26.500	55.600	14.400
Coeficiente de sortividad	So	17.570	10.740	11.730
Coeficiente de Permeabilidad	Ao	9.360	2.940	3.970
Contenido de humedad a Capacidad de Campo	HScc	0.259	0.344	0.280
Contenido de humedad a Marchitez Permanente	HSpmp	0.074	0.206	0.095
Composición porcentual en área de estudio		10.86%	31.67%	57.47%

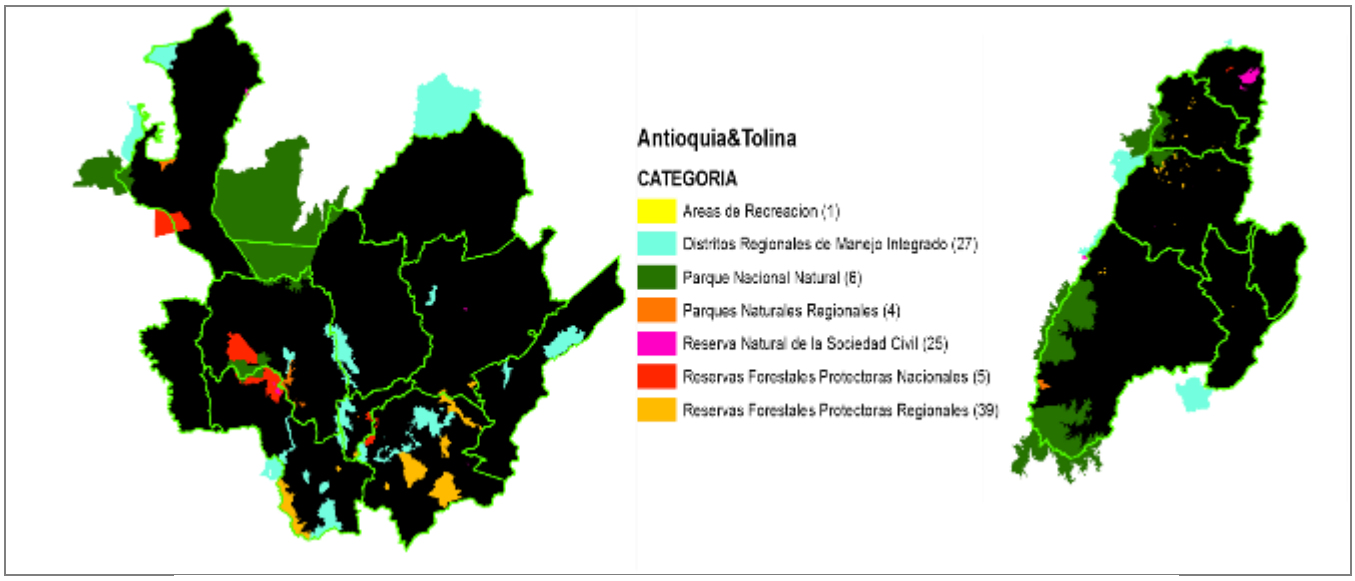


Figura 19. Ubicación geográfica de las áreas protegidas del RUNAP (recopilación de los autores).

GOBIERNO DE COLOMBIA MINAGRICULTURA
Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario - **FINAGRO** Carrera 13 Nº 28-17 Pisos 2, 3, 4 y 5
PBX: 3203377 Agrolínea 018000 912219 Bogotá D.C. - Colombia www.finagro.com.co

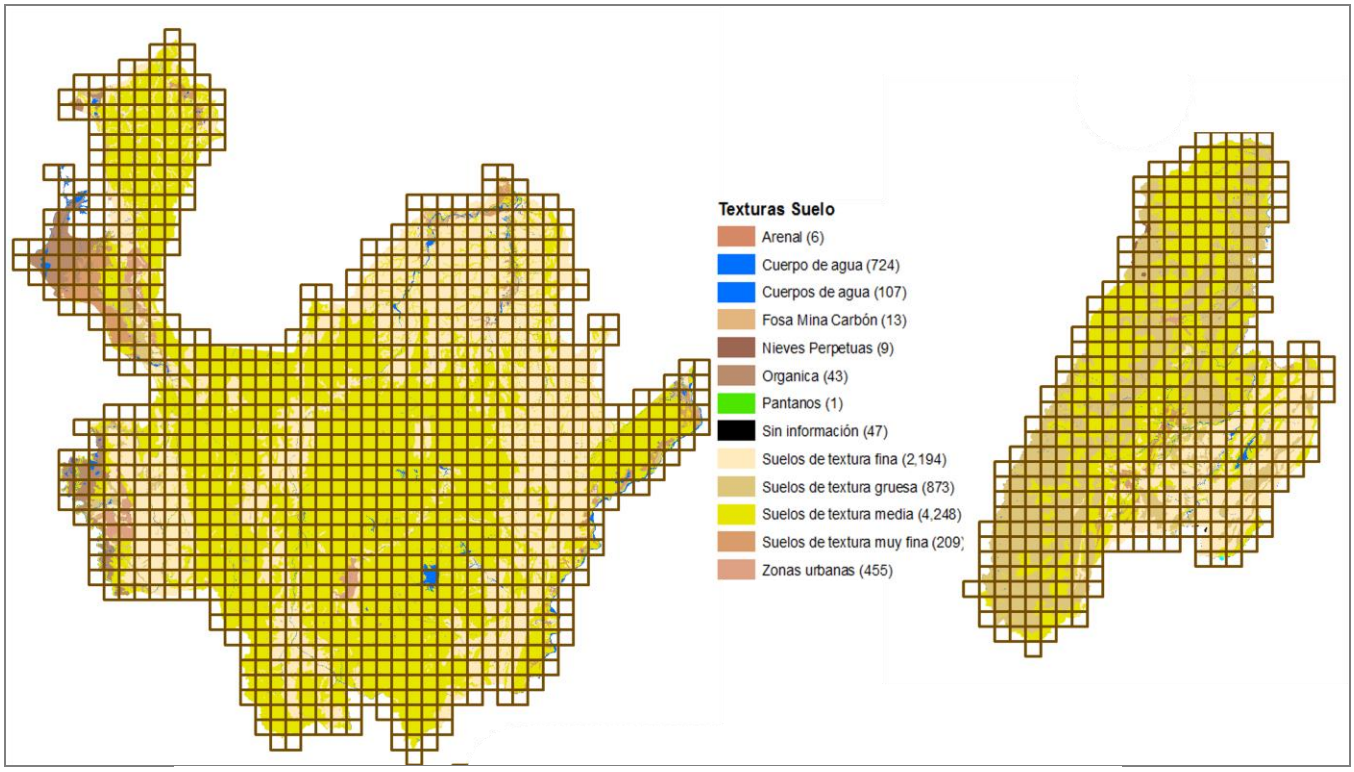


Figura 20. Ubicación geográfica de los subpixeles de 8km con la capa de texturas de suelos.

A partir de las capas de altimetría, áreas protegidas y la información proporcionada tanto por la FENALCE (Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas)[56] como por el MADR[57], se discriminaron 122 subpixeles de acuerdo a los siguientes criterios: (i) que el 95% de su superficie fuera área protegida y/o con altimetría mayor a los 3,600 msn; y (ii) que el 100% de su superficie tuviera una altitud mayor a los 2,600 msnm; resultando 1,068 subpixeles para Antioquia y 369 en Tolima (Figura 21). El mayor número de subpixeles eliminados se dio en Tolima -con un total de 69- ubicados principalmente en la porción occidental de la provincia Sur.

[56] Comunicación vía webex en el mes de agosto de 2017. Se informó que no se siembra maíz en Antioquia y Tolima en altitudes mayores a los 2,000 msnm, sin embargo se dio un margen a los 2,600 msnm.
[57] Ibídem, pero para el cultivo de plátano.

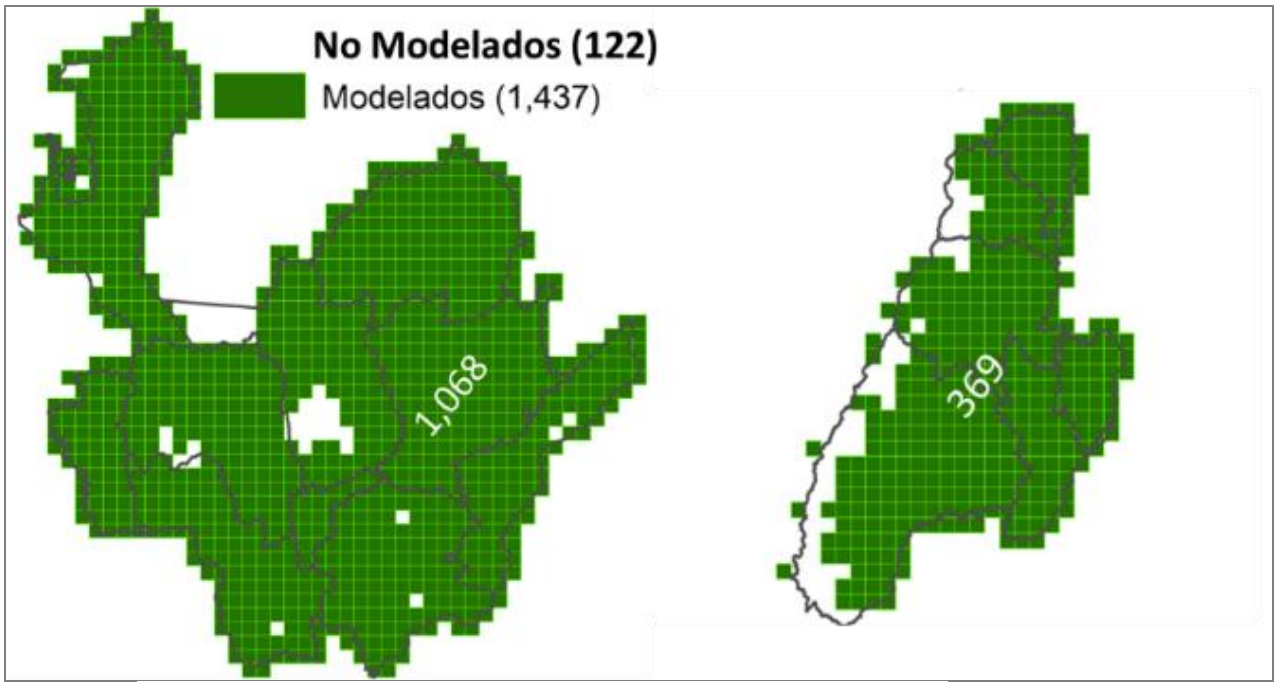


Figura 21. Ubicación geográfica de los 1,437 subpixeles simulados en el MSPEC.

4.2.2 Criterios Definitivos de Simulación

Derivado de los resultados de la primera simulación y utilizando los análisis descritos en la sección anterior, se generaron 14 series sintéticas[58] de rendimientos del MBT utilizando los siguientes datos de entrada en el MSPEC:

- Las dos modas de altitud seleccionadas a nivel subpixel. Dentro del módulo de entrada de temperatura en el MSPEC, se realizó una corrección de la temperatura con la altura de los CPC de 1°C/180m, que es representativo de una atmósfera de la zona intertropical. Por lo anterior, se obtuvieron dos series de temperatura mínima y máxima por cada subpixel.
- La pendiente del terreno determinada por la moda dentro del subpixel,
- La textura de suelo determinada por el valor del centroide del subpixel,
- Ciclos de siembra: CA y CB,
- Ciclo Vegetativo: Se permitió al MSPEC representar el crecimiento natural del cultivo sin ninguna restricción de tiempo; es decir, que el cultivo alcanzara la madurez fisiológica expresando, a través del el rendimiento, el impacto de las condiciones climáticas,
- Densidad de población promedio de 40,000 pl./ha, y
- Diversas fechas de establecimiento del cultivo por ciclo[59]. Para el CA, 15 Feb; 15 Mar; 15 Abr y 15 May; así como 15 Ago, 15 Sept y 15 Oct para el CB.

[58] Disponibles en la carpeta Bases_Datos_BM del one drive compartido por el Banco Mundial.
[59] Determinadas de acuerdo a la distribución mensual de siembras del MBT del período 2010-2015 de las ENA´s.

Las adecuaciones realizadas anteriormente, mejoraron la caracterización climática y la representación de las condiciones fisiográficas del país, permitiendo obtener una mayor variabilidad de los rendimientos del cultivo y una mejora en la representación de las condiciones de productividad.

Las siguientes gráficas ilustran los diagramas de caja de las simulaciones realizadas para cada subpixel en el CA.

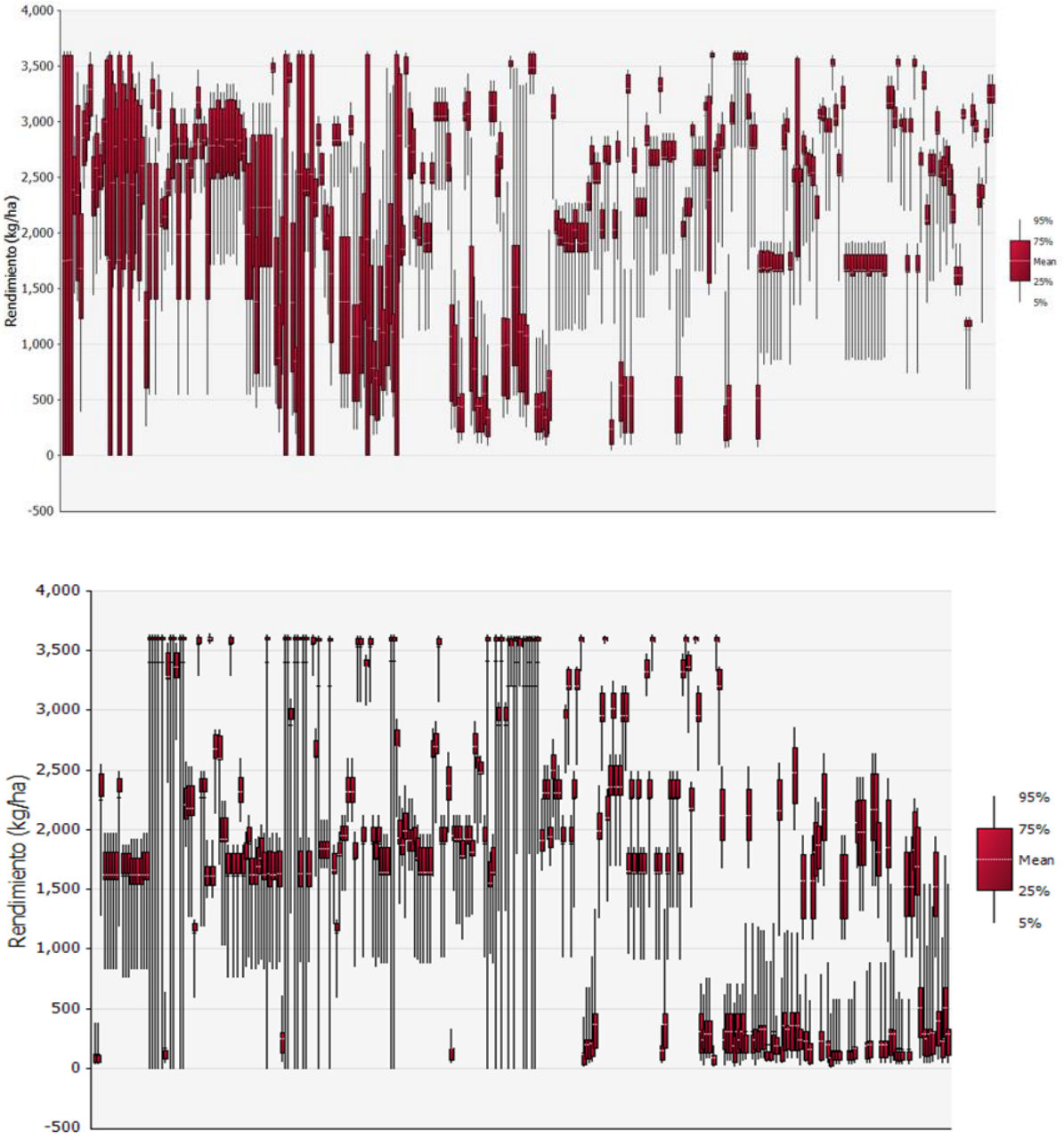


Figura 22. Diagramas de caja de los rendimientos (kg/ha) simulados de maíz, ciclo A correspondiente a los 1437 pixeles.

Las cajas anteriores ilustran la gran diversidad de rendimientos simulados a nivel del subpixel. Se puede apreciar que existen subpixeles con rendimientos bajos (promedio menor a 1,000 kg / ha) como los de la segunda gráfica a la derecha, así como otros con rendimientos considerablemente más altos (promedio superior a tres toneladas por hectárea). Asimismo, se puede observar cajas con alta dispersión, mientras que también existen otras con poca variabilidad. Todo esto ilustra la amplia variación existente en estos dos departamentos de Colombia, que fue exitosamente recogida por las simulaciones realizadas.

El rendimiento promedio más alto se presenta en la zona central y sur de Antioquia, mientras que en el Norte y en la región de Urabá, se presentan los promedios más bajos. Del mismo modo, se aprecia que el sur de Tolima presenta los rendimientos promedio más bajos (Figura 23).

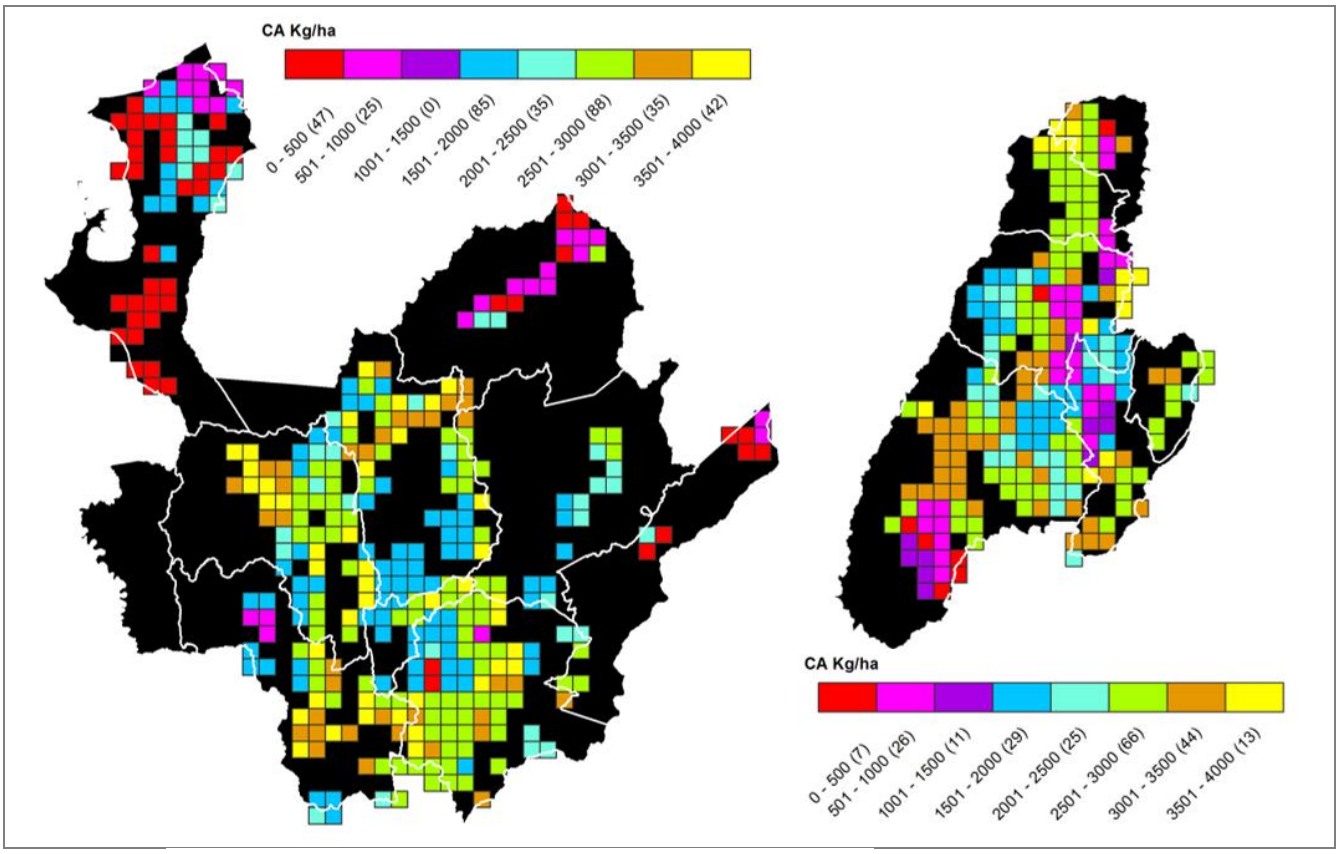


Figura 23. Mapa de los rendimientos promedio de MBT para el Ciclo A.

Las siguientes gráficas ilustran la distribución de los rendimientos simulados para el CB.

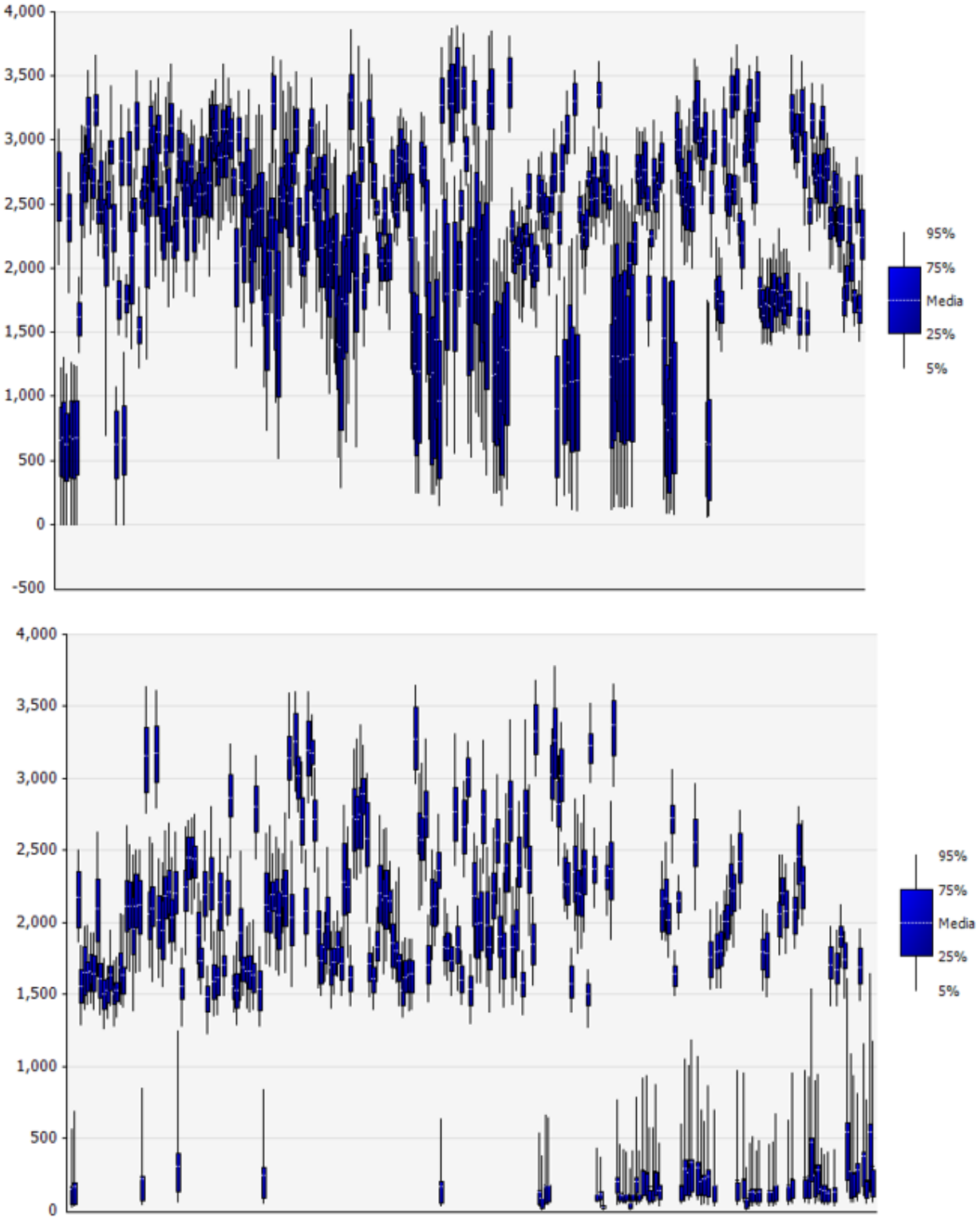


Figura 24. Diagramas de caja de los rendimientos simulados de maíz blanco tradicional, ciclo B.

De manera similar a lo observado en los rendimientos simulados en el Ciclo A, se aprecia todo tipo de patrones de variabilidad para los rendimientos simulados del Ciclo B. Desde el punto de vista geográfico, se muestra un patrón similar al obtenido para el Ciclo A (Figura 25).

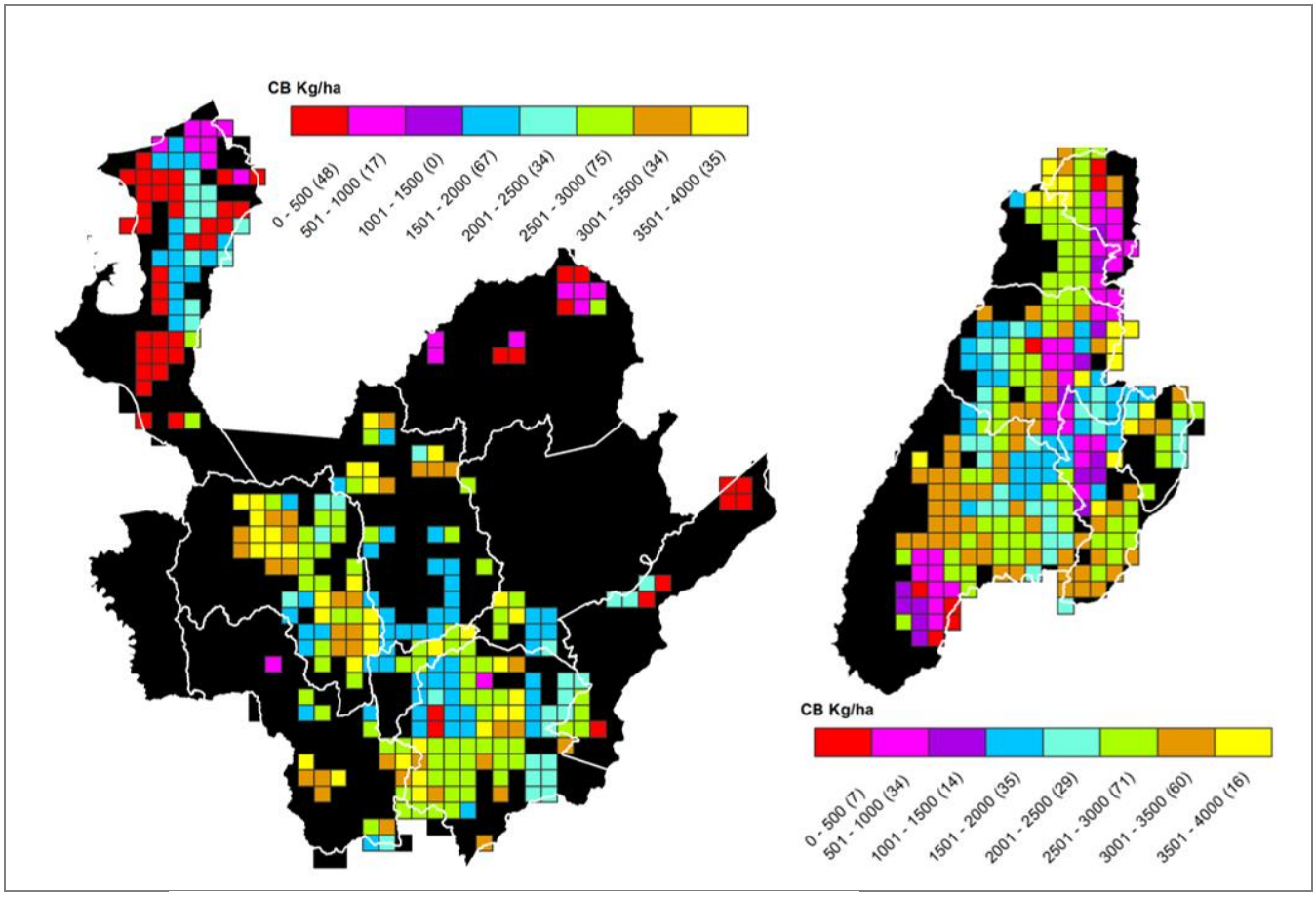


Figura 25. Mapa de los rendimientos promedio de MBT para el Ciclo B.

A manera de conclusión de los ejercicios de simulación biofísica realizados, se realiza una comparación general entre los rendimientos simulados a mayor resolución (8 kms^2) y los obtenidos a una resolución menor (55 kms^2).

La siguiente gráfica resume dicha comparación.

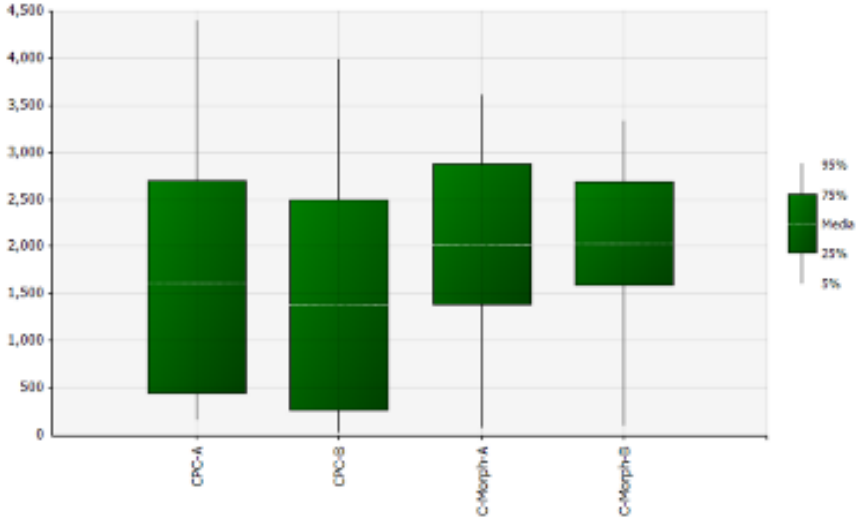
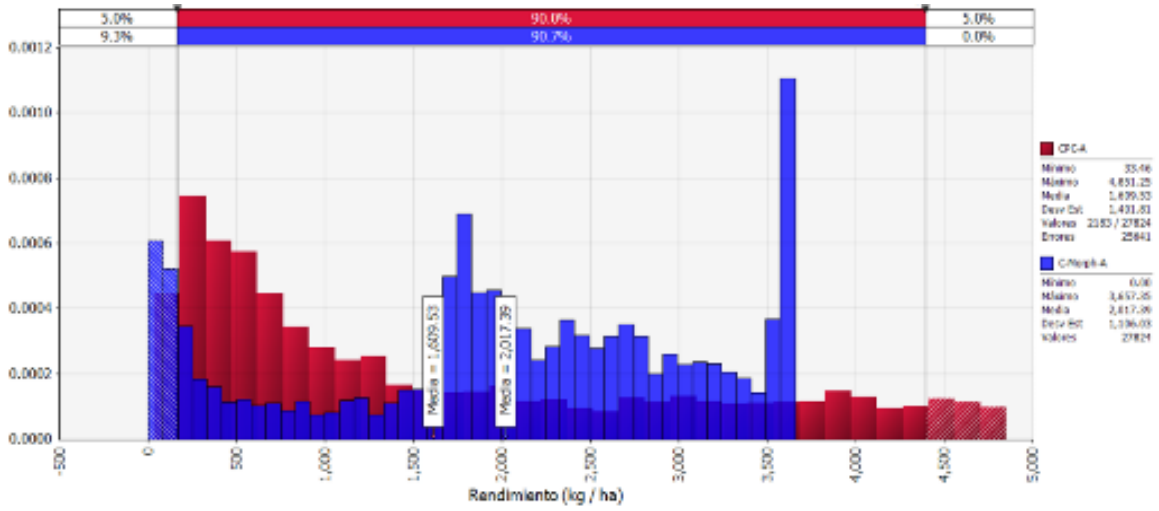


Figura 26. Diagrama de caja comparativo de la simulaciones realizadas a dos resoluciones diferentes para ambos ciclos.

Al comparar los rendimientos simulados a nivel subpixel, se puede apreciar que el promedio se incrementó de 1,500 kg / ha a cerca de 2,000 kg / ha. Sin embargo, las cajas también ilustran que la variabilidad no se redujo significativamente. También, es posible apreciar que existen rendimientos significativamente bajos lo cual es necesario para poder caracterizar la probabilidad de siniestros. Esto mismo se comprueba a través del análisis de los histogramas correspondientes a continuación.



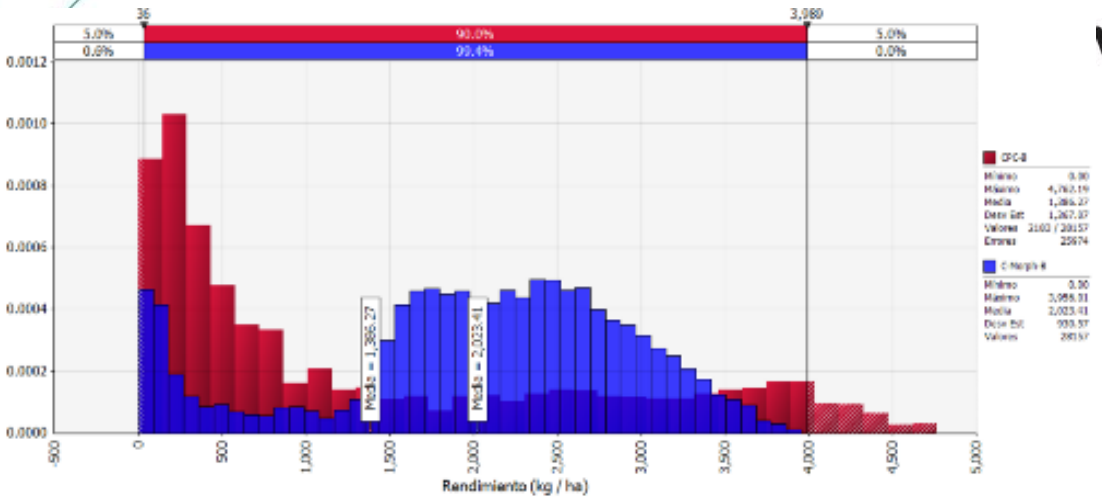


Figura 27. Distribución de rendimientos con pixeles de CPC comparados contra subpixeles (C-Morph) para ambos ciclos.

Para complementar el análisis de variabilidad de los rendimientos, se calculó la distribución del coeficiente de variación (COV) resultante de todas las unidades de riesgo simuladas. Se puede observar que el coeficiente de variación promedio es significativo (COV de 0.3) y que existen muchas unidades de riesgo con un coeficiente muy alto, incluso llegando a exceder un COV de 2.0, lo que singifica que la desviación estándar es 2 veces mayor que el promedio (ver Figura 28).

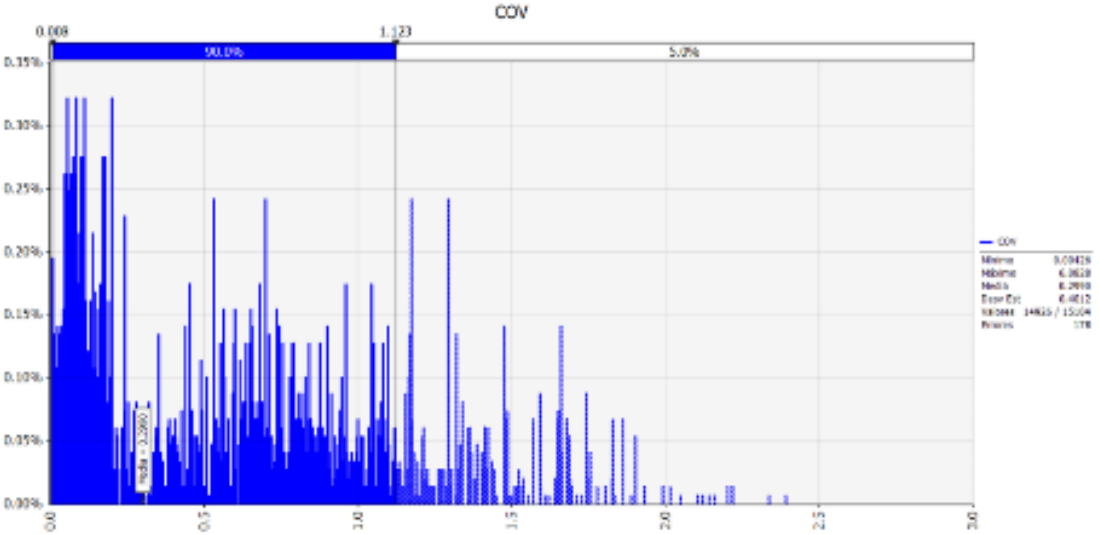


Figura 28. Distribución del COV para todas las unidades de riesgo.

4.2.3 Superficie Potencial

Para enfocar el análisis al diseño del SAC la información de la base de datos geográfica para maíz se discriminó por ciclo (A, B)[60], variedad (blanco)[61] y sistema productivo (tradicional)[62]. Con base a lo anterior, fue posible identificar a 785 y 873 Unidades Primaria de Muestreo (UPM) para el ciclo A y B, respectivamente. Cabe mencionar que entre los dos departamentos: (i) se identificaron a 529 UPM´s que siembran en ambos ciclos; (ii) en Antioquia para el ciclo A, se identificaron más del doble de UPM´s respecto de Tolima -ubicadas principalmente en la región Oriente (289)-; y (iii) en el caso del ciclo B se identifican similar número de UPM´s (Antioquia: 437 y Tolima: 436) que históricamente han sembrado en alguna porción/segmento /lote de la UPM (Figura 29).

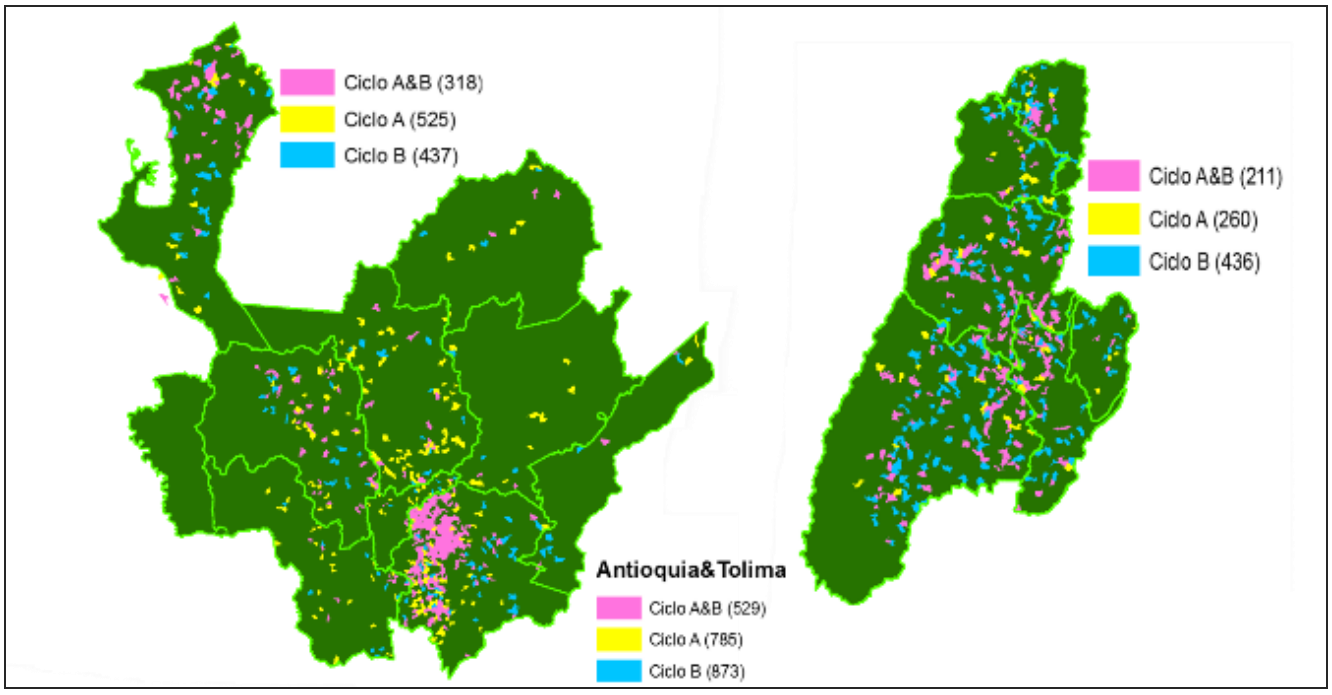


Figura 29. Ubicación geográfica de los polígonos del shape Marco_Areas proporcionado por FINAGRO relacionando la información de las ENA's para el maíz blanco tradicional analizada por los autores. La división corresponde a las 9 regiones de Antioquia y las 6 regiones de Tolima.

La identificación de polígonos con registros de superficie del MBT, permitió discriminar los subpixeles de interés por ciclo agrícola, obteniendo 589 para el ciclo A y 580 subpixeles en el ciclo B. Debido a que el acceso a la información de las ENA´s fue posterior a las simulaciones, no se modelaron 22 y 15 pixeles del ciclo A y B, respectivamente (Figura 30). No obstante, para ambos ciclos se asignaron los rendimientos simulados en subpixeles con similares características de pendiente y altimetría para efecto de valuación.

[60] Ciclo A: Enero a Junio. Ciclo B: Julio a Diciembre.
[61] Se eligió la variedad blanco, con el objetivo de poder relacionar la información de los rendimientos sintéticos modelados con la ubicación de productores que históricamente han sembrado maíz de dicha variedad.
[62] Se asume que los productores de escasos recursos no usan sistemas tecnificados.

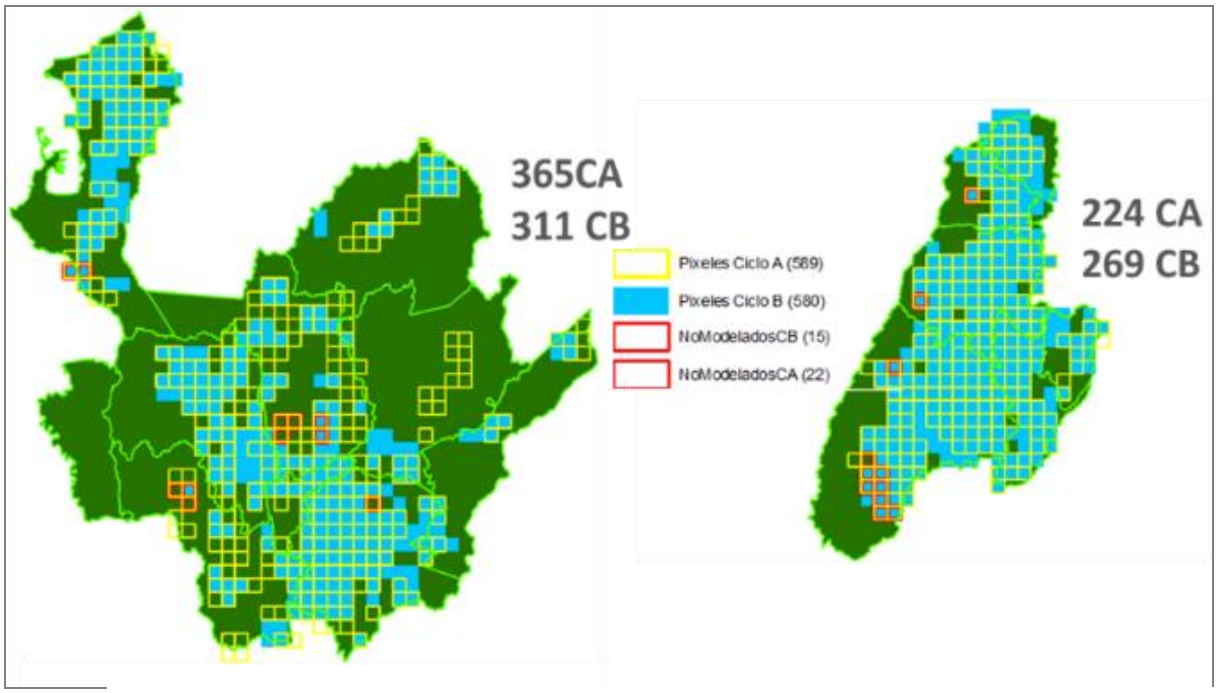


Figura 30. Subpixeles por ciclo agrícola con información de las ENA´s analizada por los autores. La división corresponde a las 9 regiones de Antioquia y las 6 provincias de Tolima.

Debido a que se desconoce el número de productores al interior de cada Unidades Primaria de Muestreo (UPM), así como la superficie que representan, se calculó el área en cada Fragmento de Polígono (FP) que intersecta un subpixel. Los siguientes mapas muestran la superficie relativa de los FP respecto del subpixel. Para el CA se tienen 1,625 FP y el 29% de éstos ocupan entre el 7-10% del área del pixel, es decir, un máximo de 640 ha, concentrados principalmente en la región oriente de Antioquia. En el CB se analizaron 1,829 FP y el 37% cubre una superficie máxima de 128 ha ubicados, en su mayoría, homogéneamente en Tolima (Figura 31).

Con base a lo anterior, se calculó la superficie máxima a nivel de pixel asumiendo que se siembra maíz en el 100% de cada FP. Se observa que:

- Los subpixeles con mayor concentración de SS (2,501 a 6,000 ha) se ubican en la región Oriente de Antioquia tanto en el CA como en el CB.
- El 38% de los subpixeles oscila entre las 500 y 1,500 ha tanto para Antioquia como en Tolima y en ambos ciclos agrícolas (Figura 32).
- La superficie sembrada máxima entre los dos departamentos y ciclos agrícolas es de 1’170,792 hectáreas con 643,449 en Antioquia y 527,342 en Tolima.

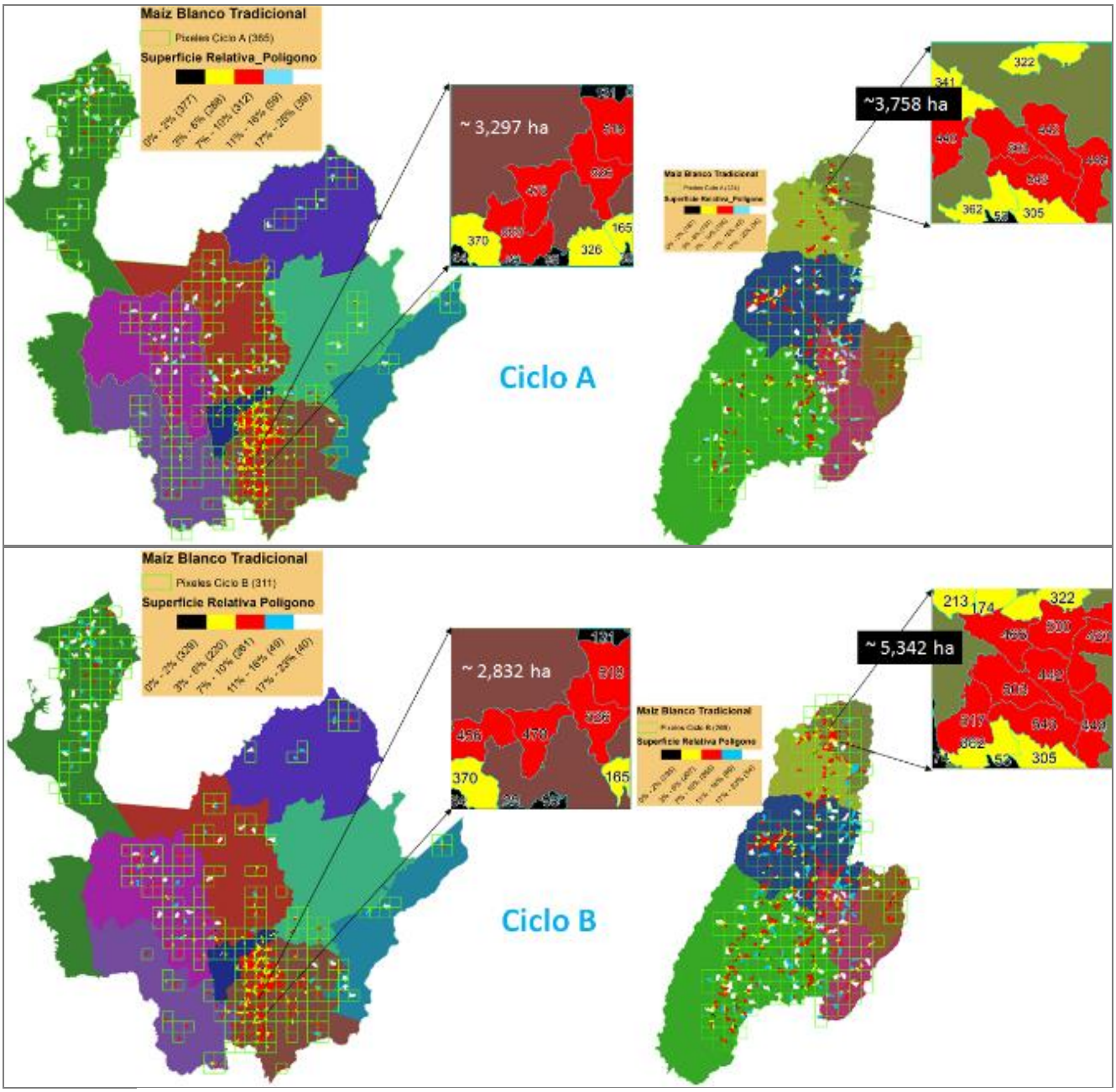


Figura 31. Superficie relativa de las UPM´s respecto de cada subpixel por ciclo agrícola. Generado por los autores. La división corresponde a las 9 regiones de Antioquia y las 6 regiones de Tolima.

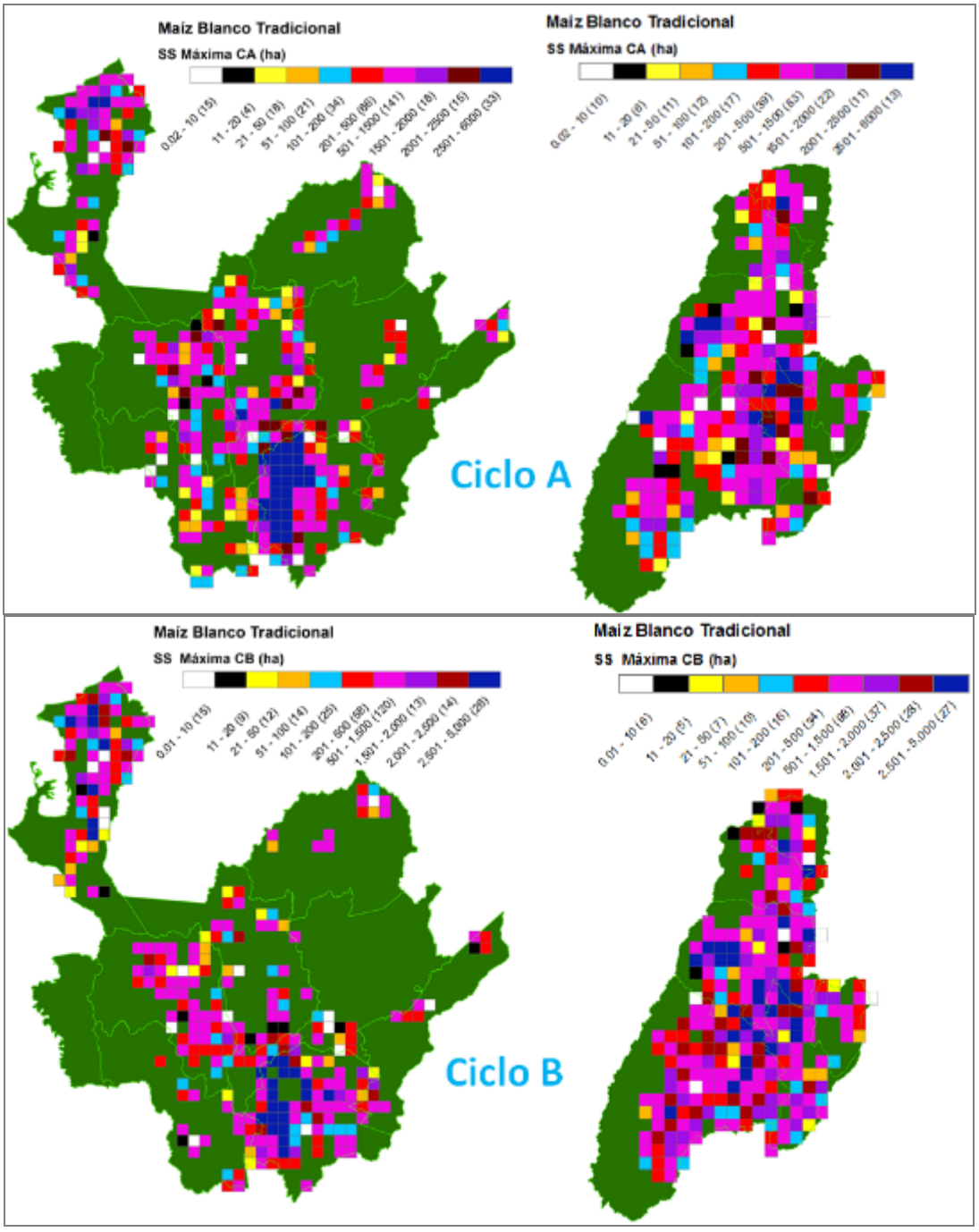


Figura 32. Superficie sembrada máxima de MBT por pixel y ciclo agrícola. Generado por los autores. La división corresponde a las 9 regiones de Antioquia y las 6 regiones de Tolima.

4.2.4 Unidad Asegurada

La Unidad Asegurada (UA) es uno de los conceptos más importantes en el ámbito de los seguros y se refiere al elemento básico sobre el cual recae el interés asegurable del contratante del seguro para cubrir determinado riesgo. Para efectos contractuales de seguros agropecuarios, la UA debe entenderse como la superficie de terreno geográficamente delimitada que aparece identificada en la póliza, que contiene Unidades de Producción sembradas y arraigadas con el cultivo asegurado y la misma modalidad de suministro de agua (riego o secano).

En los seguros agrícolas individuales, donde el contratante de la cobertura es el productor, generalmente la UA es el predio, lote o finca, donde desarrolla su actividad económica,y queda de esta forma de manifiesto el interés asegurable por parte del productor. Para el caso de los seguros agrícolas catastróficos, donde la cobertura del seguro es masiva y tiene como finalidad la protección de los riesgos de gran impacto económico que ocurren en amplias zonas, la cobertura del seguro, en la mayoría de los casos, es contratada por el gobierno nacional con o sin la participación del gobierno departamental. En estos casos, la UA resulta ser de mayor tamaño y estar constituida por un departamento, municipio o alguna zona geográfica que presente una delimitación espacialmente definida.

Con base a lo antes descrito, se analizaron diversas alternativas para la definición de la unidad asegurada.

4.2.4.1 Vereda

La vereda son subdivisiones territoriales de los municipios en Colombia. En este sentido y al considerarlas como UA, la resolución espacial de la cobertura de seguro se incrementa. Esto permitiría recoger los impactos negativos que eventos de índole catastrófica puedan afectar la actividad económica del sector agrícola al interior del municipio.

Las veredas son áreas de terreno reconocidas por las autoridades nacionales que comprenden principalmente zonas rurales donde pueden contener pequeños centros urbanos. Son consideradas por la Ley 160 de 1994 con diversos fines[63]:

- Ubicación de los predios dentro del Procedimiento para acceder al subsidio en la adquisición de tierras,
- Agrupación y control de predios en el Banco Nacional de Datos por el entonces Instituto Colombiano de Reforma Agraria (INCORA), e
- Identificación de las Zonas Relativamente Homogéneas a nivel municipal.

Asimismo, las veredas son tomadas en cuenta dentro de la metodología para la recolección de datos en el III Censo Nacional Agropecuario[64]. En Colombia existen 32,305 veredas con un área promedio de 3,523.71 hectáreas por vereda. Destacan los departamentos de Antioquia, Cundinamarca, Santander y Tolima con el 33.9% (10,938) de las veredas. Sobresale el departamento de Amazonas con el promedio más alto de superficie por vereda con 314,370.71 hectáreas, seguido por Guaina, Vaupés y Vichada con 162,322.81, 157,472.14 y 109,886.82 hectáreas, respectivamente. Por otro lado se identifican los departamentos de Quindío, Cundinamarca, Caldas y Risaralda con los promedios más bajos de superficie por vereda con 883.92 ha, 859.09 ha, 733.17 ha y 682.03 ha, respectivamente (Tabla II).

[63] LEY 160 de 1994 Artículo 6° del Capítulo I del Subsidio (pag.88), Artículo 5° del Capítulo V de Control de Calidad de Avalúos (pág. 207) y Artículo 4° de la Región de Arauca (pág. 324).
[64] DANE. 2016. Tomo 1 Memorias. Tercer Censo Nacional Agropecuario (p. 44).

Tabla II. Distribución departamental de las Veredas.

Departamento	Superficie (ha)	Número de Veredas	Área Promedio de Vereda
Amazonas	11,002,974.92	35	314,370.71
Antioquia	6,256,503.92	4,482	1,395.92
Arauca	2,380,407.93	491	4,848.08
Atlántico	309,712.90	130	2,382.41
Bogotá, D.C.	120,623.64	66	1,827.63
Bolívar	2,644,995.30	1,214	2,178.74
Boyacá	2,309,587.44	1,733	1,332.71
Córdoba	2,490,038.44	1,093	2,278.17
Caldas	733,903.72	1,001	733.17
Caquetá	9,001,043.53	1,274	7,065.18
Casanare	4,431,094.38	663	6,683.40
Cauca	3,069,926.34	1,640	1,871.91
Cesar	2,219,896.49	665	3,338.19
Chocó	4,763,454.21	1,583	3,009.13
Cundinamarca	2,213,005.30	2,576	859.09
Guainía	7,142,203.72	44	162,322.81
Guaviare	5,544,329.88	119	46,591.01
Huila	1,847,326.36	1,579	1,169.93
La guajira	2,060,147.81	249	8,273.69
Magdalena	2,307,825.44	260	8,876.25
Meta	8,542,091.12	1,222	6,990.25
Nariño	3,155,202.14	1,577	2,000.76
Norte de Santander	2,181,917.27	1,588	1,374.00
Putumayo	2,602,955.88	866	3,005.72
Quindío	188,273.93	213	883.92
Risaralda	391,484.15	574	682.03
San Andrés y Providencia	4,043.10	4	1,010.78
Santander	3,046,126.83	1,979	1,539.23
Sucre	1,065,411.17	536	1,987.71
Tolima	2,381,752.79	1,901	1,252.89
Valle del cauca	2,071,384.76	823	2,516.87
Vaupés	5,354,052.88	34	157,472.14
Vichada	9,999,700.70	91	109,886.82
Nacional	113,833,398.42	32,305	3,523.71

Fuente: Autores con información del DANE[65].

[65] https://geoportal.dane.gov.co/veredas

A continuación se muestra un ejercicio sobre la identificación de una vereda en el departamento de Antioquia. En las siguientes figuras, se muestra la división municipal del departamento de Antioquia de la cual se identifica el municipio de Carepa y se delimitan las 22 veredas que se encuentran dentro de este y finalmente, se muestra el polígono de la vereda Polines San Sebastián identificándose las áreas naturales y los polígonos de los lotes/predios/fincas que la conforman.

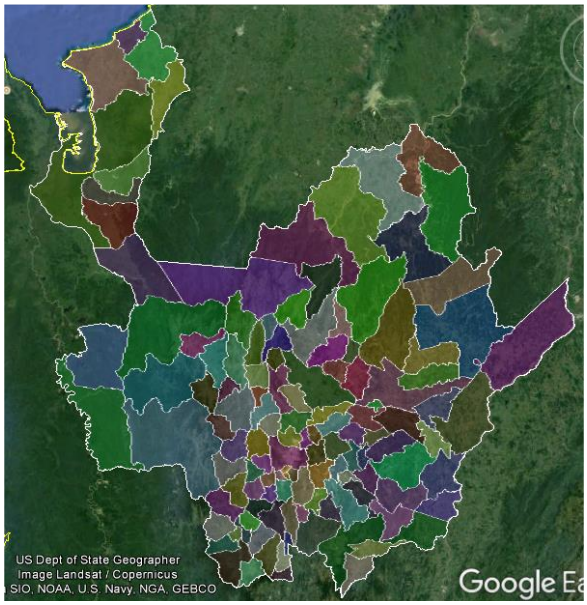


Figura 33. División municipal del departamento de Antioquia. Fuente: Autores, generada con información del IGAC.

Figura 34. Municipio de Carepa en el departamento de Antioquia. Fuente: Autores, generada con información del IGAC.

Figura 35. Veredas del municipio de Carepa en el departamento de Antioquia. Fuente: Autores, generada con la información del DANE.

Figura 36. Vereda Polines San Sebastián, municipio de Carepa en el departamento de Antioquia. Fuente: Autores, generada con la información del DANE.

Esta propuesta se realizó en la 2da Misión del Banco Mundial llevada a cabo en el mes de julio, sin embargo, no fue aceptada argumentando que esta subdivisión geográfica no operaba en todo el país y se propuso el uso del corregimiento municipal.

4.2.4.2 Corregimiento Municipal

El Corregimiento municipal: es una división del área rural del municipio, la cual incluye un núcleo de población, considerada en los Planes de Ordenamiento Territorial. El artículo 117 de la ley 136 de 1994 faculta al Concejo Municipal para que mediante acuerdos establezca esta división, con el propósito de mejorar la prestación de los servicios y asegurar la participación de la ciudadanía en los asuntos públicos de carácter local[66].

[66] Definición del DANE. https://www.dane.gov.co/files/inf_geo/4Ge_ConceptosBasicos.pdf

El análisis no se pudo realizar debido a que no se cuenta en el país acceso a la información del número y nombre de las veredas que pertenecen a cada corregimiento, de forma georreferenciada y sistematizada.

4.2.4.3 Pixel

Ante la ausencia de otra información geográfica que pueda ser útil para la definición de la Unidad Asegurada (UA) y debido a que la información productiva referente al rendimiento de los cultivos se generó a nivel de pixel, se propone utilizar al definido en el análisis fisográfico cuya resolución es de 8X8 km (ver Figura 21). De este modo se garantiza que los umbrales de producción que se utilizarán en la cobertura pueden ser fácilmente calculados ya que se cuenta con una base de datos de 37 años a este nivel de resolución. Por otro lado, también se garantiza que existe la mayor homogeneidad posible dentro de la unidad asegurada, lo cual es un atributo indispensable para minimizar el riesgo de base del seguro.

Para el manejo administrativo del SAC y considerando que una UA puede, en algunos casos, intersectar por lo menos dos instancias administrativas (e.g. municipios), se recomienda identificar en la póliza de seguro, que al efecto se emita, la superficie agrícola que corresponde a cada instancia, cuya suma no deberá ser superior en ningún caso a la superficie asegurada en el pixel, con el objetivo de identificar tanto la prima a cargo de cada uno de los asegurados, como la distribución de las indemnizaciones que se generen.

4.2.5 Vigencia de la Cobertura

La vigencia de la cobertura es el espacio de tiempo en el cual el cultivo está cubierto contra los daños ocasionados por los riesgos que se establecen como amparados en la carátula de la póliza. Está en función de los períodos de establecimiento, desarrollo, floración, fructificación, maduración y recolección para el cultivo protegido por el seguro. Esta información debe estar alineada a estudios realizados por organismos de investigación y avalados por el organismo rector del sector y corresponde al período de tiempo en el cual el cultivo cuenta con las condiciones óptimas para su desarrollo.

Al no contar con información específica de la fecha de establecimiento para el cultivo de maíz para los departamentos de Antioquia y Tolima, se procedió a realizar un análisis de la información global contenida en la Encuesta Nacional Agropecuaria 2015 y actualizada para el año 2016[67] del período 2010-2016, correspondiente a los calendarios de siembra, tanto para el maíz blanco como amarillo. Se observa que no existe un período definido para su establecimiento, de tal forma que el cultivo es sembrado prácticamente en todos los meses del año. Del análisis de la información se identificó que el 84% de las siembras para el CA, se realizan en el período comprendido de febrero a mayo, mientras que para el CB, el 83% se realizan en el período de agosto a octubre.

Por otra parte de acuerdo a los resultados que arroja el análisis de los rendimientos obtenidos a través de la modelación biofísica del cultivo del MBT para los departamentos de Antioquia y Tolima, se determina que en general, no existen diferencias importantes entre los rendimientos según el mes de establecimiento del cultivo, tanto para el CA como para el CB (0).

[67] DANE. (2017). Encuesta Nacional Agropecuaria 2016. 31 oct 2017, Departamento Administrativo Nacional de Estadística Sitio web: http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/encuesta-nacional-agropecuaria-ena.

Tabla III. Análisis de los rendimientos sintéticos obtenidos mediante el MSPEC de acuerdo a la fecha de establecimiento.

	Fecha de Establecimiento				Rendimiento (kg/ha)				Diferencia *vs* Máximo (%)	Diferencia *vs* Promedio (%)
Ciclo A	Feb	Mar	Abr	May	Promedio	Máximo	Mínimo	Diferencia		
Antioquia	1,983.89	1,921.03	1,850.80	1,854.86	1,902.64	2,018.40	1,817.51	200.88	10.0	10.6
Tolima	2,314.54	2,345.39	2,382.83	2,543.75	2,396.63	2,583.06	2,254.88	328.18	12.7	13.7
Ciclo B	**Ago**	**Sep**	**Oct**							
Antioquia	1,753.11	1,768.94	1,717.13		1,746.39	1,770.08	1,717.10	52.97	3.0	3.0
Tolima	2,455.90	2,477.01	2,401.69		2,444.87	2,479.16	2,401.55	77.61	3.1	3.2

Fuente: Autores.

Por lo anterior y con la finalidad de facilitar la suscripción de la cobertura de seguro, se propone que ésta se realice en forma global para cada ciclo de siembra, es decir, que la superficie por asegurar corresponda a la superficie que se determine en cada uno de estos ciclos, considerando que los análisis de riesgo se realizaron con la información de rendimientos sintéticos obtenidos para cada período.

Como inicio de la vigencia se propone que sea el primer día del primer mes del período identificado donde se ha establecido históricamente la mayor parte de la superficie, marzo para el CA y septiembre para el CB. Por otra parte, como fin de la vigencia se propone que sea el mes de octubre para el CA y marzo, para el CB, como resultado de sumar al último día de siembra para el período donde se concentran las siembras, 150 días de ciclo vegetativo promedio.

Es importante enfatizar la recomendación de estandarizar fechas de contratación y de emisión de la póliza. Para lo anterior, es necesario determinar la superficie que sería asegurada en cada uno de los ciclos (CA y CB), con base en indicadores tales como superficie sembrada histórica o planes de siembra elaborados por las autoridades Nacionales y/o Departamentales respectivas.

Este proceso si bien simplifica la contratación del seguro, provoca retos en el seguimiento de su operación, incluyendo la tasación de siniestros, dado que se tendrán superficies aseguradas con distintos grados de desarrollo fenológico en sus cultivos, que demandan necesariamente contar con un grupo de inspectores de campo, debidamente capacitados.

4.2.6 Suma Asegurada

La Suma Asegurada representa la máxima obligación de la compañía de seguros para con el asegurado en caso de la presencia del riesgo cubierto que genere un pago de indemnización. Desde el punto de vista de valoración del riesgo, permite determinar la exposición del portafolio.

Por las características propias del SAC, la Suma Asegurada deberá ajustarse en la medida de lo posible a lo siguiente:

- Ser una suma asegurada única, diferenciada por el tipo de cultivo (transitorio/permanente) y régimen de producción (secano/ regadío) de que se trate.
- Debe representar una proporción de los gastos de producción que no incentive el riego moral por parte de los productores.

Tomando en consideración los elementos expuestos anteriormente, se propone que la Suma Asegurada sea equivalente a los costos de las actividades mínimas indispensables que requieran ser realizadas por el productor para incorporarse a la actividad productiva en caso de presentarse algún evento catastrófico que dañe su cultivo. Estas actividades se propone sean las correspondientes a los costos de establecimiento del cultivo, Semilla/Material de Propagación y Siembra.

En el marco del presente estudio, se realizó un análisis de los Costos de Producción por hectárea elaborados por el Sistema de Precios del Sector Agropecuario (SIPSA) relativos al cultivo de MBT con cifras al 2010 (Tabla IV).

Tabla IV. Costos de Producción para maíz tradicional para diversas regiones de Colombia con base en la información de SIPSA proporcionada por FINAGRO.

Región	Cultivo	Tipo de Productor	Costo Directo	Costo Indirecto	Costo Total	Siembra	Material Propagación	Siembra +Mat_Prop
Costa Atlántica	**Maíz amarillo tradicional choclo-mediano**	Mediano (5-20 Has)	$ 1,591,356.00	$ 203,308.00	$ 1,794,664.00	$ 119,350.00	$ 240,625.00	$ 359,975.00
Costa Atlántica	**Maíz amarillo tradicional choclo-pequeño**	Pequeño (<5 Has)	$ 910,488.00	$ 189,839.00	$ 1,100,327.00	$ 112,900.00	$ 136,125.00	$ 249,025.00
Costa Atlántica	**Maíz amarillo tradicional-mediano**	Mediano (5-20 Has)	$ 1,219,297.00	$ 282,877.00	$ 1,502,174.00	$ 81,333.00	$ 63,000.00	$ 144,333.00
Tolima Grande	**Maíz amarillo tradicional-pequeño**	Pequeño (<5 Has)	$ 810,126.00	$ 241,608.00	$ 1,051,734.00	$ 88,500.00	$ 51,708.00	$ 140,208.00
Eje Cafetero	**Maíz blanco tradicional-mediano**	Mediano (5-20 Has)	$ 2,761,915.00	$ 520,953.00	$ 3,282,868.00	$ 199,500.00	$ 129,938.00	$ 329,438.00
Eje Cafetero	**Maíz blanco tradicional-pequeño**	Pequeño (<5 Has)	$ 2,112,639.00	$ 369,011.00	$ 2,481,650.00	$ 195,930.00	$ 202,767.00	$ 398,697.00
		Promedio	***$ 1,567,636.83***	***$ 301,266.00***	***$ 1,868,902.83***	***$ 132,918.83***	***$ 137,360.50***	***$ 270,279.33***

De esta información, se obtuvieron los costos correspondientes a la labor de Siembra, Semilla y Material de Propagación que en promedio ascienden a $ 270,279.33 Pesos Colombianos que traídos a valor presente y al tipo de cambio US-Peso Colombiano del mes septiembre de 2017 son equivalentes a USD 120.00/ha[68]. Cabe mencionar, sin embargo, que esta cifra podrá ser ajustada por los decisores de implementación del instrumento de acuerdo a los criterios definidos en su momento (ej. actualización de costos de producción, disponibilidad de recursos, otros).

4.2.7 Documentación Contractual

4.2.7.1 Consideraciones Generales

Como se mencionó antes, teniendo en cuenta la información climática y productiva disponible en Colombia, el esquema de seguro factible a desarrollar es un seguro por rendimiento de área, cuya valuación del riesgo se basa en datos modelados. De acuerdo con la definición de este tipo de seguro[69], la indemnización responde al promedio real de producción de un área, tal como municipio o departamento. De esta manera, el rendimiento asegurado se establece como un porcentaje del promedio de rendimiento del área y la indemnización se paga si la producción obtenida por área es menor al rendimiento asegurado.

Si bien este tipo de seguros es ampliamente reconocido en varios países del mundo, en Colombia su oferta como alternativa de aseguramiento para productos agropecuarios ha sido muy incipiente. De hecho, la incursión en seguros paramétricos en el país se limita a unas pocas experiencias que tuvieron lugar durante los años 2005 y 2006 en cultivos de algodón y maíz, con desfavorables resultados que llevaron la iniciativa de seguros por índices a su fin[70].

Sin embargo, durante los últimos años, y a medida que el seguro agropecuario aumenta su cobertura en cultivos y áreas, se ha evidenciado la necesidad de desarrollar nuevos esquemas de aseguramiento, dentro de los que se encontrarían los seguros paramétricos, ya que estos permitirían, entre otras, dar cobertura a población que hasta ahora no ha podido ser objeto de aseguramiento vía seguros comerciales.

La Ley 69 de 1993, que establece el seguro agropecuario en Colombia, no determina explícitamente los distintos tipos de seguros que pueden aplicarse en el sector agrícola. Por lo tanto, desde diversas entidades de gobierno se han emitido diferentes conceptos en cuanto a la aplicabilidad de instrumentos de tipo paramétrico para el sector agropecuario, mostrando la necesidad de adecuar la normatividad relacionada con este tipo de seguros para dilucidar la zona gris que podría, eventualmente, poner en riesgo su operación. Adicionalmente, para el esquema del Seguro Agrícola Catastrófico (SAC), se propone que el gobierno, ya sea nacional o territorial, sea el que figure como tomador asegurado y beneficiario del seguro, lo cual es un aspecto que requiere una reglamentación específica, con el fin de normalizar el uso y la distribución de las indemnizaciones que el gobierno reciba como consecuencia de la superación del índice de rendimiento asegurado.

---

[68] Tipo de Cambio: 1.00 USD=$2,951.35 (https:// www.indicadorescolombia.com/cambio-de-dolar-peso-colombiano-hoy.html)

[69] BANCO MUNDIAL. Estudio de Factibilidad se Seguro Agrícola por Índices. Informe de avance: Seguro de Índices a nivel macro. Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, 2013

[70] Diaz, A., Mora, C. y Pinzón, M. Seguro agrícola en Colombia. Disponible en: http://www.fasecolda.com/files/6713/9101/6732/seguro_agricola_en_colombia.pdf

En desarrollo de lo anterior, el gobierno nacional, en cabeza del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, ha estado trabajando en el reconocimiento vía decreto de la posibilidad de contratar el seguro agropecuario, entre otras, bajo la modalidad de paramétrico, que se haría, según su parte considerativa, para *"…precisar la cobertura del seguro paramétrico o por índice, teniendo en cuenta que, por las características específicas que definen la actividad agropecuaria, algunos de sus riesgos no son comercialmente asegurables debido a la presencia de riesgos correlacionados o sistémicos, como aquellos relacionados con fenómenos climáticos de gran intensidad que se basan en el desarrollo y operación de seguros por índices, cuyo funcionamiento descansa en el aseguramiento de parámetros objetivos preestablecidos que, cuando son superados, generan el pago de indemnizaciones que deben estar dirigidas a compensar a los productores afectados, recuperar los bienes afectados y/o conformar un fondo para la atención de catástrofes.*[71]"

No obstante, al cierre del proyecto del que se da cuenta en el presente informe, el mencionado decreto no había sido expedido, lo que significa una limitación formal para la aplicación, en el contexto del sistema legal colombiano, del esquema de aseguramiento derivado del estudio.

En todo caso, el trabajo realizado se concentró en el diseño de un clausulado técnico–operativo que permita la instrumentación del SAC, una vez sea expedida la reglamentación de la normatividad sobre la materia. Este clausulado complementará las disposiciones contractuales establecidas de manera general por el mercado en la protección del riesgo agropecuario, así como la información mínima que deberá contener la carátula de la póliza y la relación de unidades aseguradas, cuyo resultado de ambos análisis se presenta en el Anexo 0.

Por su importancia a continuación se presenta de manera específica aquellas cláusulas cuya adopción se considera de uso obligatorio para garantizar la sana operación del SAC:

4.2.7.2 Análisis de Principales Cláusulas

1) Cláusula de Aseguramiento

"El presente Condicionado General y las pólizas que se emitan protegen al cultivo asegurado registrado en la carátula de la póliza, por las pérdidas o daños catastróficos que sufra, determinados a partir de que el Rendimiento Obtenido se encuentre por debajo del Rendimiento Protegido en la Unidad Asegurada, causados directamente por los riesgos señalados como cubiertos en la carátula de la póliza".

2) Cláusula de Cobertura de Riesgos

"La protección de estos riesgos se otorgará únicamente a cultivos transitorios que se encuentren arraigados y cuya siembra o trasplante haya sido realizada en condiciones de humedad para su desarrollo inicial dentro de las fechas de siembra, establecimiento o trasplante".

Adicionalmente, dentro del cuerpo de esta Cláusula se definen los riesgos asegurados, con base en las definiciones generalmente aceptadas por el mercado reasegurador internacional. A manera de ejemplo, se citan los principales riesgos que afectan con mayor recurrencia a Colombia:

[71] Tomado de: proyecto de decreto "Por medio del cual se adiciona el Título 7 a la Parte 12 del Libro 2 del Decreto 1071 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo Agropecuario, Pesquero y de Desarrollo Rural, en lo relacionado con el Seguro Agropecuario". Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2017.

- **"Sequía o Deficiencia de Lluvia.-** La precipitación pluvial insuficiente que provoque en el cultivo: estrés hídrico, enrollamiento, marchitez, deshidratación total o parcial de cualquier órgano de la planta y que dé como resultado la disminución del rendimiento o muerte de la planta por daños fisiológicos".
- **Exceso de Lluvia.-** La elevación de los niveles de humedad en el suelo proveniente directamente de la lluvia, que se presente en el cultivo y cause daños como: arrastre, descalce o enterramiento de las plantas, asfixia radicular, desgrane o germinación de los granos en pie y que dé como resultado la disminución del rendimiento o muerte de la planta por daños fisiológicos.

La cobertura de este riesgo no ampara daños por la imposibilidad de realizar la labor de cosecha".

3) Cláusula de Exclusiones Generales

"Este seguro no cubre ninguna pérdida o daño al cultivo asegurado, debido a riesgos distintos a los que figuran como amparos en la carátula de la póliza, ni las reclamaciones, pérdidas, daños o perjuicios que en su origen o extensión hayan sido causados directa o indirectamente por (se citan sólo las más relevantes):

- Falta de realización de labores.
- Cuando el cultivo asegurado presenta afectación en conjunto o individualmente por manejo inadecuado de plagas, enfermedades y malezas.
- En casos donde se inicie parcial o totalmente la cosecha del cultivo asegurado o desprendimiento de la planta o parte de ésta del suelo sin que haya concluido el plazo para que la Compañía realice la verificación y ajuste del siniestro.
- Baja población, no germinación o emergencia.
- Bajo rendimiento por la no adaptación o deficiencia del material genético utilizado.
- Retraso en la cosecha por riesgos no amparados que ocasionen sobre maduración o caída del producto.
- Daños a cultivos diferentes a los indicados en la carátula de la póliza".

4) Cláusula de Vigencia

La vigencia del seguro inicia y concluye en las fechas que se indican expresamente en la carátula de la Póliza.
La fecha de finalización de vigencia es calculada sumando a la última fecha de siembra, establecimiento o trasplante del período del ciclo de siembra, los días del ciclo vegetativo que establezca la Compañía para cultivos transitorios.
De igual forma se dará la terminación automática sin necesidad de enviar una notificación en tal sentido al Asegurado/Tomador cuando:

- se concluyan las labores de cosecha del ciclo de siembra;
- en los casos de destrucción del cultivo;
- por abandono del cultivo en cualquiera de sus etapas de desarrollo; y/o
- el cultivo haya sido desprendido del suelo o el fruto de la planta.

5) Cláusula de Avisos de Siniestro

"El Asegurado/Tomador tendrá la obligación de reportar la ocurrencia de cualquier evento en la Unidad Asegurada relacionado con los riesgos cubiertos en la póliza y provoque:

a) Que el cultivo sea afectado de manera irreversible y pierda su capacidad de producción, o bien,
b) Se estime que el rendimiento promedio a obtener sea inferior al Rendimiento Protegido señalado como cubierto en la carátula de la Póliza.

Específicamente para los riesgos de Avalancha, Deslizamiento, Granizo, Helada e Inundación se considerará procedente el aviso cuando la afectación en el cultivo haya sido en una superficie compacta superior al 10% de la superficie sembrada en la Unidad Asegurada.

Se entenderá como superficie compacta al área de cultivo correspondiente a una o varias Unidades de Producción que se encuentren colindantes.

En ningún caso el Asegurado/Tomador podrá permitir que se remueva parte o el total del área cultivada sin haberse realizado la visita de campo por parte de la Compañía, dentro del plazo establecido en la Cláusula de Inspecciones.

El incumplimiento de la presentación del aviso de siniestro por parte del Asegurado/Tomador, será considerado por la Compañía como la aceptación de no afectación del cultivo asegurado por alguno de los riesgos cubiertos por la presente póliza y cesará la responsabilidad de la Compañía frente al Asegurado/Tomador".

Como puede observarse, el esquema de seguro propuesto considera la obligación para el asegurado de dar avisos de siniestro, así como la posibilidad de reconocer siniestros por la ocurrencia de riesgos idiosincráticos, tales como helada, granizo, avalancha y deslizamiento, este último de importancia relativa en el caso del agro colombiano, lo que lo diferencia de los esquemas tradicionales de AYII instrumentados en otros países[72].

Generalmente los AYII no establecen la obligatoriedad de dar avisos de siniestros, lo cual tiene un impacto directo en los gastos de operación, al ser necesario realizar inspecciones de campo en la totalidad de las Unidades Aseguradas (UA), con la finalidad de cuantificar los rendimientos obtenidos y estar en condiciones de determinar la afectación o no de la cobertura. En el caso de SAC propuesto, los gastos de inspección y ajuste serán erogados durante la operación de la cobertura y dependerán de la cantidad de avisos de siniestro que sean presentados por el Asegurado, de tal forma de que, por las características propias de una cobertura catastrófica (eventos de baja frecuencia y alta severidad), los gastos de operación que se estiman serán menores a los que requiere el AYII. Por otro parte, en lo referente a la forma de evaluar los daños, en la cobertura propuesta, la evaluación de los daños se realiza de manera diferenciada dependiendo del tipo de riesgo. Para riesgos sistémicos como la sequía, la evaluación se realiza a nivel de la Unidad Asegurada (UA), mientras que para los riesgos NO sistémicos como el granizo, la evaluación se realiza por área afectada. En contraste en la cobertura de AYIItr todos los riesgos, sistémicos o NO sistémicos, la evaluación de los daños es realizada de la misma forma, a nivel de UA.

[72] Ver: i) Banco Mundial. (2013). Estudio de factibilidad para el diseño y la implementación de un seguro de índices para el cultivo de algodón. 132pp;y ii) FCIC, 2016. Area risk protection insurance policy. 24pp.

La propuesta de evaluar los daños denominados idiosincráticos con base en el área afectada, se fundamenta en la experiencia operativa observada principalmente en México durante los más de 15 años que tiene suscribiéndose este producto, que ha demostrado que por la características que presentan estos riesgos, cuyo impacto es en la mayoría de los casos localizados, difícilmente se ve afectada la cobertura cuando la evaluación de daños se hace a nivel UA, no obstante que los productores enfrenten pérdidas por esta causa y, en consecuencia, los gobiernos tengan que canalizar los apoyos económicos que permitan al productor recuperarse de estos siniestros o enfrentar los reclamos sociales que de ello se desprenden.

En términos de valuación del riesgo, la prima del seguro no sufre afectación alguna dado que la modelación actuarial considera como variable aleatoria el rendimiento del cultivo, sin discriminar la causa, por tanto el costo de estos riesgos ya se encuentra considerado dentro de la función de probabilidad que al efecto se construye; además que, en todo caso, el siniestro pagado por las compañías derivado de estos riesgos, se reduce de la suma asegurada total.

6) Cláusula de Inspecciones

"La Compañía se reserva el derecho de realizar las inspecciones necesarias en todas y cada una de las Unidades Aseguradas. Por su parte, el Asegurado/Tomador se obliga a facilitar la realización de las mismas que a juicio de la Compañía se requieran y a hacer lo que esté a su alcance para proporcionar la información que le sea solicitada al momento de realizar la inspección. En caso que el Asegurado/Tomador impida o no facilite la realización de la inspección o no proporcione la información solicitada, cesarán todas las responsabilidades de la Compañía frente al Asegurado/Tomador.

En caso de siniestro, la Compañía verificará la causa del daño y la magnitud del mismo en un plazo no mayor de 15 días hábiles a partir de la recepción del aviso de siniestro.

Dependiendo de la etapa fenológica del cultivo, se procederá a la estimación del rendimiento o determinación del daño. En caso que esta determinación no sea posible a consecuencia del estado fenológico prematuro del cultivo, la inspección se hará hasta un momento próximo a la cosecha.

En tanto no concluyan los plazos que tiene la Compañía para atender los avisos, ningún cultivo asegurado podrá ser destruido o utilizado con otro fin distinto al original, hasta que la Compañía haya efectuado la inspección correspondiente. El incumplimiento de esta obligación por parte del Asegurado/Tomador, extinguirá las obligaciones de la Compañía y no procederá devolución de prima alguna.

En todos los casos donde se realice una inspección de campo, se generará un Acta de Inspección con el registro de las condiciones del cultivo, el Rendimiento Obtenido o en su defecto se programará una nueva visita al no contar con los elementos suficientes para cuantificar la pérdida.

El Asegurado/Tomador o su representante deberán participar en las inspecciones que la Compañía practique, y firmar las actas de inspección correspondientes. De no estar de acuerdo con lo asentado en ésta, dejarlo registrado en la misma. La Compañía entregará al Asegurado/Tomador o a su representante, copia del acta respectiva".

Con el objetivo de evitar controversias, incluso de carácter político y social, entre los distintos actores que confluyen en la operación del SAC (asegurado – aseguradora – productor afectado), se recomienda su participación activa en la atención del aviso de siniestro y la dictaminación del daño, con base en el proceso administrativo señalado anteriormente y se consigne su participación en las actas de campo que al efecto se elaboren.

7) Cláusula de Procedimiento de Evaluación de Daños

"La evaluación del daño se realizará por Unidad Asegurada para los riesgos de Sequía o Deficiencia de Lluvia; Exceso de Lluvia y Vientos Fuertes, y por área afectada dentro de la Unidad Asegurada para los riesgos de Avalancha, Deslizamiento, Granizo, Helada, e Inundación conforme a lo siguiente:

1. La Compañía determinará de manera aleatoria los sitios de muestreo (Unidades de Producción) dentro de la Unidad Asegurada necesarios para realizar la evaluación del daño para los riesgos de Sequía o Deficiencia de Lluvia; Exceso de Lluvia y Vientos Fuertes. Dependiendo de la superficie sembrada en la Unidad Asegurada, serán cinco (5) sitios si la superficie sembrada es menor o igual a 200 hectáreas y once (11) sitios si la superficie es mayor a 200 hectáreas.
2. Para los riesgos de Inundación, Helada, Granizo, Avalancha y Deslizamiento, se realizarán al menos cinco (5) puntos de muestreo aleatorios, dependiendo del grado de afectación y homogeneidad de las condiciones del cultivo, que permitan evaluar los daños y realizar la estimación de rendimiento.
3. Las muestras no serán procedentes cuando se ubiquen en un punto en el que el cultivo:
   a) Sea diferente al asegurado.
   b) No exista.
   c) Hubiera sido abandonado en cualquier etapa del ciclo vegetativo.
   d) Se encuentre cosechado parcialmente.
   e) Se encuentre afectado por un riesgo distinto al protegido o causa especificada en la Cláusula de Exclusiones Generales.
4. En caso de que el sitio de muestreo (Unidades de Producción) se ubique en alguna de las condiciones anteriores, la Compañía desplazará el sitio de muestreo a otro más cercano, que en dirección a la línea media de la Unidad Asegurada reúna las características para la toma de muestras.
5. En aquellos casos en el que el cultivo haya sido cosechado o dispuesto de él totalmente, se considerará sin afectación y por lo tanto, como resultado de muestreo para ese sitio, se tomará el rendimiento medio histórico de la zona.
6. Con base en el rendimiento por hectárea de cada sitio de muestreo, la Compañía determinará el rendimiento por hectárea promedio de la Unidad Asegurada o área afectada, el cual será la base para determinar la procedencia del siniestro.
7. El siniestro será procedente cuando el Rendimiento Obtenido promedio por hectárea en la Unidad Asegurada o área afectada, según el riesgo ocurrido y cubierto, sea inferior al Rendimiento Protegido en la carátula de la Póliza".

En Anexo 7.2, se presenta de manera detallada el procedimiento para el ajuste y dictaminación de los siniestros.

8) Cláusula de Indemnizaciones

"Con base en los resultados de las evaluaciones del daño para el cultivo asegurado, la Compañía indemnizará la Suma Asegurada por Hectárea asentada en la carátula de la póliza por la superficie sembrada o la superficie asignada para la Unidad Asegurada reportada con daño, según sea el caso, dentro de los términos de la cobertura y con sujeción a este Condicionado General, deduciendo aquellos pagos que hayan sido realizados con anterioridad.

Sólo para los riesgos de inundación, helada, granizo, avalancha y deslizamiento, la Compañía indemnizará la Suma Asegurada por Hectárea por la superficie identificada con daño siempre y cuando esta superficie sea compacta y mayor al 10% de la superficie sembrada de la Unidad Asegurada.

El monto total de las indemnizaciones que se generen en términos de este Condicionado General, en ningún caso excederán la Suma Asegurada a Primer Riesgo asentada en la carátula de la póliza."

9) Cláusula de Deducible y Franquicia

"En virtud de tratarse de una cobertura catastrófica para productores de bajos recursos, para los riesgos con cobertura en la presente póliza no aplica un Deducible o Franquicia."

Adicionalmente, se identificó la información adicional que debe ser consignada en la carátula de la póliza, para garantizar una adecuada operación y administración del SAC:

a) Carátula de la Póliza
- Nombre de la Compañía Aseguradora
- Domicilio de la Compañía Aseguradora
- Nombre del Asegurado/Tomador
- Domicilio datos particulares del Asegurado/Tomador
- Beneficiario de la Cobertura
- Cultivo Asegurado (Cultivo; Grado de Tecnificación (tradicional o mecanizado); Modalidad de Suministro de Agua (secano o regadío)
- Ciclo de Siembra (ciclo A o B)
- Superficie Asegurada
- Suma/Valor Asegurado por Ha ($/Ha)
- Suma/Valor Asegurado Total ($)
- Suma/Valor Asegurado a Primer Riesgo ($)
- Prima Total ($)
- Tasa (%)
- Riesgos Cubiertos/Amparados
- Vigencia de la Cobertura (Inicio y Término)
- Fecha de Emisión de la Póliza

b) Relación Anexa de Unidades Aseguradas a la Póliza
- Número de Póliza
- ID Unidad Asegurada
- Ubicación Geográfica de la Unidad Asegurada (4 vértices __°__'__'')
- Superficie Asegurada de la Unidad Asegurada
- Rendimiento Protegido de la Unidad Asegurada (Kg/Ha)
- Suma/Valor Asegurado Total de la Unidad Asegurada ($)

4.2.8 Valuación Actuarial del Riesgo

Con el fin de ejemplificar la metodología expuesta en la Nota Técnica (Anexo 7.4), se presenta un caso práctico de la tarificación del esquema propuesto para el cultivo de maíz en los departamentos seleccionados para realizar la prueba piloto (Antioquia y Tolima).

De esta manera y conforme a la metodología descrita, para cada subpixel se estimó la densidad del Kernel Gaussiano basándose en los rendimientos simulados por el modelo MSPEC. En la Figura 37, se presenta a manera de ejemplo, la distribución del rendimiento de maíz para el ciclo A del pixel 3012, así como el Kernel ajustado a estos datos.

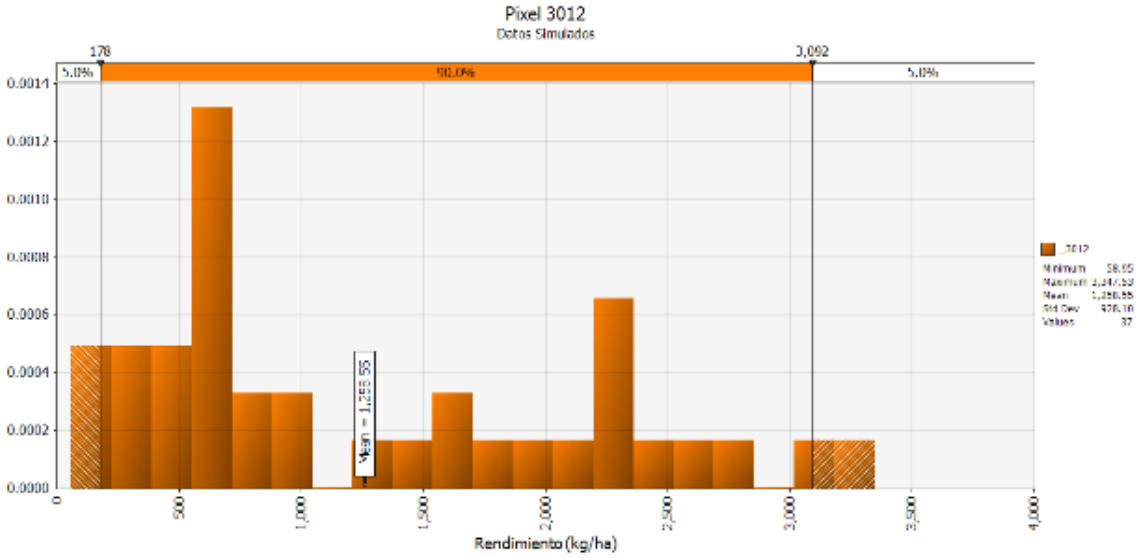


Figura 37. Histograma con la distribución del rendimiento de maíz para el ciclo A del pixel 3012. Fuente: construcción propia.

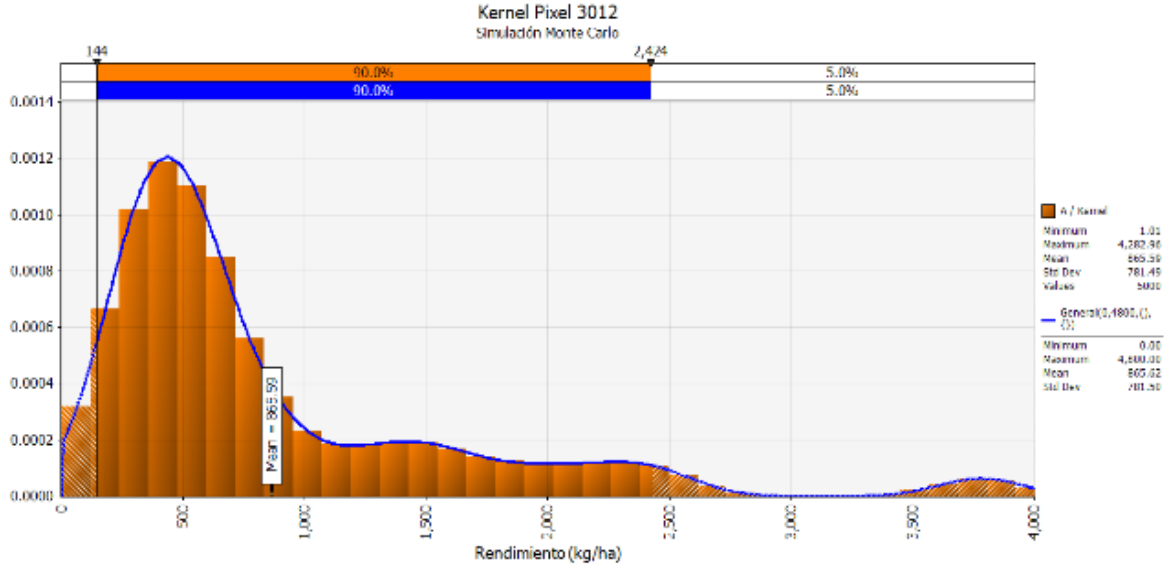


Figura 38. Histograma con la distribución Kernel de las 5,000 simulaciones del rendimiento de maíz para el ciclo A en el pixel 3012. Fuente: Construcción propia.

Como se aprecia en las gráficas anteriores, el Kernel replica con bastante precisión lo observado en los datos simulados por el MSPEC. De forma análoga se ajustan distribuciones Kernel para cada sub-pixel y ciclo en ambos departamentos.

Una vez estimadas las densidades de los pixeles es necesario también estimar la matriz de correlación entre todos los pixeles para considerar la simultaneidad con la que ocurren los rendimientos. La siguiente tabla representa un extracto de la matriz de correlación de los pixeles de Tolima para el ciclo A.

Tabla V. Matriz de correlación de los pixeles de Tolima para maíz y ciclo A.

Pixel	_2168	_2169	_2307	_2308	_2309	_2310	_2448	_2449	_2450	_2451	_2588	_2589	_2590	_2591	_2730	_2731	_2732	_2871	_2872
_2168	1.000																		
_2169	0.974	1.000																	
_2307	-0.041	-0.057	1.000																
_2308	-0.365	-0.358	0.614	1.000															
_2309	0.265	0.265	0.125	0.140	1.000														
_2310	0.265	0.265	0.125	0.140	1.000	1.000													
_2448	0.274	0.287	0.841	0.387	0.203	0.203	1.000												
_2449	-0.084	-0.032	0.356	0.544	0.265	0.265	0.308	1.000											
_2450	0.824	0.841	0.286	-0.078	0.265	0.265	0.629	0.063	1.000										
_2451	0.897	0.921	-0.046	-0.334	0.277	0.277	0.303	-0.058	0.832	1.000									
_2588	-0.065	-0.027	0.245	0.357	0.281	0.281	0.359	0.250	0.195	-0.024	1.000								
_2589	-0.256	-0.248	0.440	0.533	0.281	0.281	0.385	0.340	0.058	-0.176	0.566	1.000							
_2590	0.410	0.460	0.215	0.229	0.281	0.281	0.383	0.305	0.598	0.392	0.483	0.432	1.000						
_2591	0.227	0.273	0.304	0.369	0.281	0.281	0.449	0.374	0.475	0.203	0.720	0.506	0.855	1.000					
_2730	0.525	0.578	-0.096	-0.127	0.234	0.234	0.152	0.094	0.535	0.491	0.415	0.196	0.793	0.635	1.000				
_2731	0.483	0.526	0.089	-0.006	0.281	0.281	0.340	0.103	0.619	0.487	0.565	0.294	0.835	0.797	0.851	1.000			
_2732	0.371	0.418	0.223	0.208	0.250	0.250	0.373	0.227	0.549	0.431	0.532	0.372	0.795	0.834	0.622	0.822	1.000		
_2871	0.512	0.567	0.102	0.032	0.250	0.250	0.290	0.225	0.592	0.488	0.525	0.283	0.852	0.748	0.870	0.925	0.803	1.000	
_2872	0.342	0.407	0.262	0.181	0.234	0.234	0.420	0.205	0.568	0.453	0.573	0.337	0.812	0.787	0.737	0.878	0.827	0.862	1.000

Como se aprecia en la matriz anterior, algunas correlaciones son significativamente altas (las marcadas con rojo), lo cual indica que cuando el rendimiento es bajo en esos pixeles, el siniestro puede ocurrir simultáneamente en aquellos que tienen una correlación alta al mismo tiempo. Al simular utilizando esta matriz se representa de una manera más eficiente lo que puede ocurrir en el futuro.

Una vez construidas las funciones de probabilidad de cada subpixel así como la matriz de correlación que los vincula, es necesario construir el portafolio de riesgo que agrupe todas las unidades aseguradas en ambos departamentos y ciclos, considerando para este paso la superficie identificada en la sección: Superficie Potencial del MBT.

Un primer análisis que se desprende de dicha valuación es la ubicación geográfica de las zonas de mayor riesgo en términos de probabilidad de ocurrencia de un siniestro. El siguiente mapa ilustra la probabilidad de que el rendimiento sea inferior al 30% del rendimiento promedio simulado en cada unidad de riesgo.

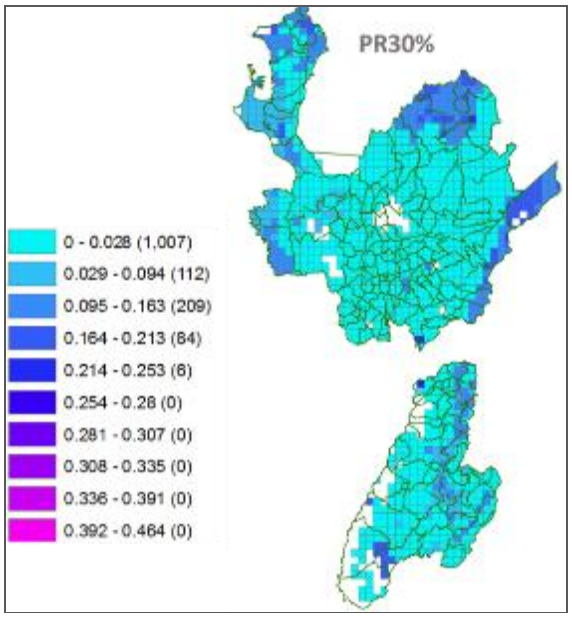


Figura 39. Mapa de probabilidad de siniestro con un umbral de rendimiento del 30% repecto del promedio.

El mapa ilustra que este umbral es demasiado alto, lo cual significa que son muy pocos los subpixeles que tienen probabilidades significativas de afectación. La mayoría de las unidades de riesgo presentan un color azul claro, lo cual representa una probabilidad de siniestro menor a 2.8%. Son pocos los subpixeles cuya probabilidad de afectación asciende a 20% (azul oscuro).

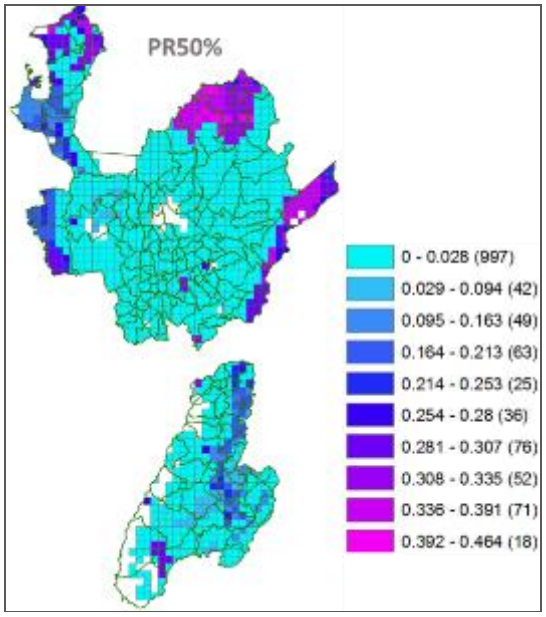


Figura 40. Mapa de probabilidad de siniestro con un umbral de rendimiento del 50% respecto del promedio.

Al incrementar el umbral a 50% del rendimiento promedio, se observa que existen más subpixeles con probabilidades significativas. Incluso existen unidades de riesgo cuya probabilidad de siniestro asciende a 40%, las cuales estás marcadas en colores morados y rosados. Dichas zonas se ubican principalmente en el norte de Antioquia, así como en la región de Urabá.

El portafolio valuado contiene una superficie potencial de 1'167,939 ha, de modo que asumiendo una suma asegurada por hectárea de US$120.00 arroja una suma asegurada total del portafolio de US$140'152,735[73].

Para poder valuar el portafolio fue necesario considerar una sola distribución de probabilidad para cada unidad de riesgo (subpixel / ciclo). Ante la imposibilidad de conocer con anterioridad la fecha de siembra y la altitud en la que cada parcela sembrará el maíz durante la operación del seguro, para fines de este ejercicio de valuación de riesgo, se consideró la combinación de altitud y fecha de siembra con mayor probabilidad de que se presente el siniestro para cada unidad de riesgo, con el fin de garantizar la suficiencia de la prima.

Se realizaron tres diferentes simulaciones de 5,000 iteraciones cada una, con diferentes umbrales de rendimiento protegido. La siguiente tabla refleja las principales estadísticas de riesgo así como el valor de la prima calculada para los tres diferentes escenarios de umbral de rendimiento.

Tabla VI. Valuación del riesgo con tres diferentes escenarios de umbral de rendimiento.

Umbral de Rendimiento	70%	60%	50%
Siniestralidad Esperada	3.34%	5.17%	7.53%
PML (99%)	10.29%	13.38%	18.19%
Prima Pura de Riesgo	3.69%	5.59%	8.06%
Gastos Operación	30%	30%	30%
Prima de Tarifa	5.27%	7.98%	11.52%
Prima en Dólares	$7,385,401	$11,182,719	$16,140,836

La valuación de riesgo realizada, suponiendo una pérdida de 70% (umbral de 30% del promedio) arroja un valor de siniestralidad esperada muy bajo de 3.34%, mientras que la Pérdida Máxima Probable (PML) al 99% de probabilidad es de 10.29%. La prima total calculada, asumiendo 30% de recargo para gastos de operación representa el 5.27% de la suma asegurada total, es decir, US$7.39 millones.

El escenario recomendado es proteger el 50% del rendimiento promedio (columna en color rojo) debido a que el nivel de riesgo asociado a este escenario es más manejable (18.19% de PML). Bajo este escenario, la prima relativa sería de 11.52% de la suma asegurada, es decir, US$16.14 millones.

Por último, se presenta el análisis de valuación de riesgo considerando el umbral de 50% del rendimiento promedio por departamento y ciclo.

[73] Considerando la tasa de cambio oficial al 31 de enero de 2018 ($2844.14 pesos colombianos por dólar de estados unidos de Norteamérica), la suma asegurada total del portafolio equivaldría a $ 398´613,999,722.9 de pesos colombianos.

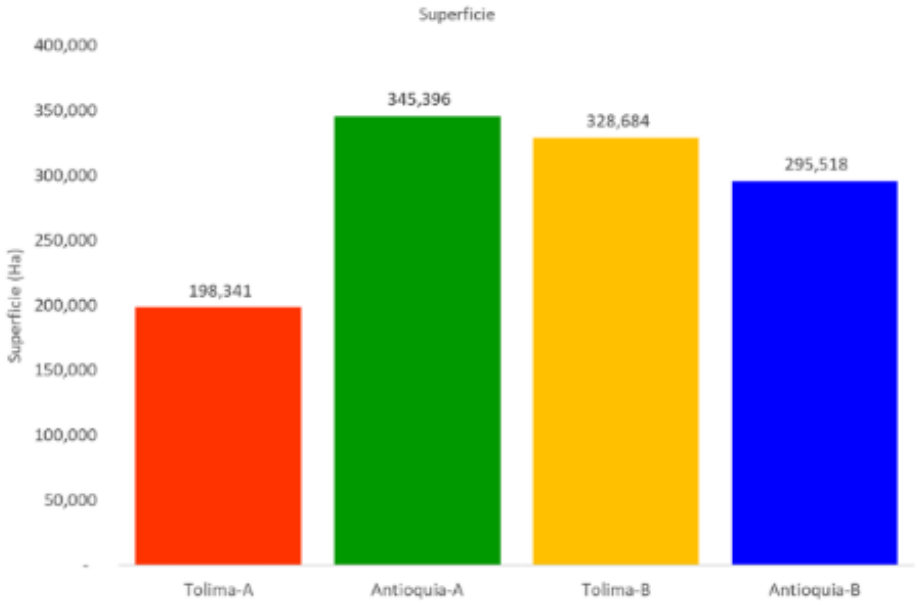


Figura 41. Superficie de maíz separada por departamento y ciclo.

El departamento de Tolima en el ciclo A, es el que menor superficie tiene, sin embargo, los otros tres sub-portafolios tienen superficies similares. La siguiente gráfica ilustra las 3 estadísticas de riesgo más importantes para cada sub-portafolio.

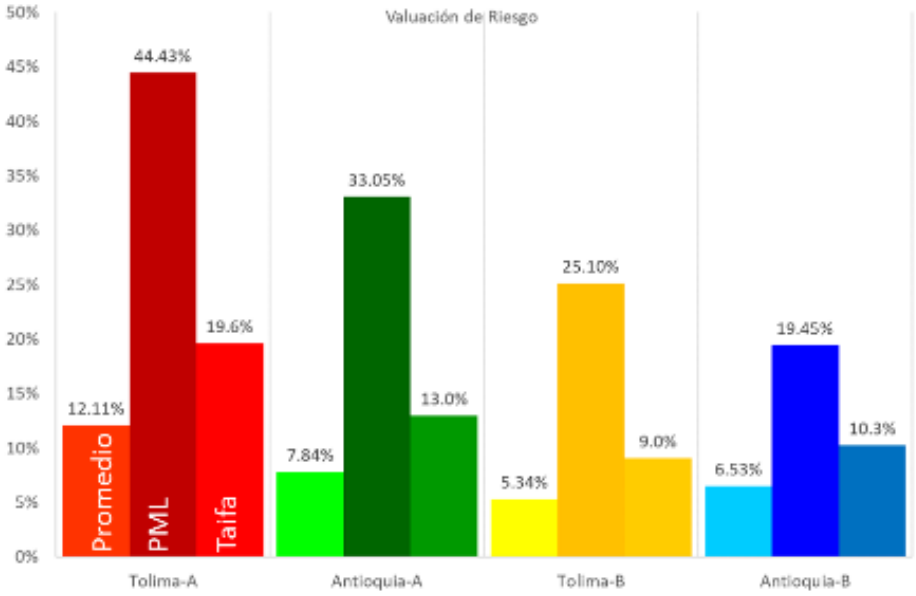


Figura 42. Estadísticas principales de la valuación de riesgo por departamento y ciclo.

Es el sub-portafolio de menor exposición (Tolima-A) es el más riesgoso, al presentar una siniestralidad esperada de 12.11%, y una pérdida máxima probable de 44.43%. Caso contrario es el ciclo B para ambos departamentos con siniestralidades esperadas de 5.34% y 6.53% respectivamente para Tolima y Antioquia. La PML es menor, sin embargo, para Antioquia en su ciclo B llega a niveles similares a los del portafolio general (19.45%).

GOBIERNO DE COLOMBIA MINAGRICULTURA
Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario - **FINAGRO** Carrera 13 Nº 28-17 Pisos 2, 3, 4 y 5
PBX: 3203377 Agrolínea 018000 912219 Bogotá D.C. - Colombia www.finagro.com.co

Cabe hacer notar que si se contratasen cada departamento y ciclo por separado, la suma de las primas correspondientes asciende a US$17.2 millones, mayor a los US$16.1 millones calculados bajo el supuesto de un sólo portafolio. Esto sirve para ejemplificar la ventaja de contratar un único portafolio a nivel nacional para aprovechar el beneficio de dispersión, economizando así el costo total de la prima. En este caso, se trata solamente de dos departamentos, pero la diferencia observada en el costo de la prima aumentaría conforme más departamentos entren en la cobertura.

Los cálculos anteriores pueden ser replicados a través del uso del modelo de cálculo de prima denominado "ModeloSACMaiz.xls" construído específicamente para estos propósitos en el software @Risk, y que se anexa como parte de los entregables del proyecto.

Como último punto referente a la valuación del riesgo, vale la pena mencionar que la metodología propuesta no hace distinción alguna entre diferentes tipos de riesgos (idiosincráticos vs. sistémicos) o amenazas climáticas (sequía vs. helada) debido a que la variable aleatoria que se modela es el rendimiento del cultivo en cada unidad de riesgo. Al tratarse de un esquema catastrófico en el que el rendimiento tiene que afectarse por una proporción significativa para detonar el siniestro, es claro que esta forma de valuar el riesgo es capaz de generar diferentes escenarios de pérdida entre los que se encontrarán, principalmente aunque no exclusivamente los riesgos de mayor relevancia en cuánto a frecuencia y severidad, pero también cualquier otro que genere mermas importantes en el rendimiento del cultivo.

4.3 Análisis de Factibilidad del Plátano

El cultivo de plátano en Colombia ha sido un sector tradicional de la economía campesina y de gran importancia socioeconómica desde el punto de vista de seguridad alimentaria y de generación de empleo. Forma cerca de 286 mil empleos por año y aproximadamente 57 mil familias se dedican a las labores del cultivo[74]. Representa una actividad de subsistencia para pequeños productores con una alta dispersión geográfica. El 85% de los productores cuentan con un área sembrada entre 1 y 5 ha; el 10% entre 6 y 15 ha y sólo el 5% con áreas plantadas superiores a 16 ha[75].

Se estima que del área cultivada en plátano, el 87% se encuentra como cultivo tradicional asociado con café, cacao, yuca y frutales (Figura 43), y el restante 13%, corresponde a un monocultivo tecnificado[76] (Figura 44).

[74] Martínez, J. & Peña, Y. (2005). La cadena del plátano en Colombia una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. 17 julio 2017, de Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Sitio web: http://www.asohofrucol.com.co/archivos/Cadenas/platano.pdf

[75] Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2014). Cadena de plátano. 17 julio 2017, de Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Sitio web: https://sioc.minagricultura.gov.co/Platano/Documentos/004%20-%20Documentos%20Competitividad%20Cadena/D.C.%202014%20Octubre%20-%20Indicadores%20platano.pdf

[76] Martínez, J. & Peña, Y. (2005). La cadena del plátano en Colombia una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. 17 julio 2017, de Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Sitio web: http://www.asohofrucol.com.co/archivos/Cadenas/platano.pdf

Figura 43. Plantación del plátano asociado con café (izquierda) y con cacao (derecha); Martínez y Peña, 2005.

Figura 44. Plantación del plátano como monocultivo (Martínez y Peña, 2005).

El 95% de la producción nacional se destina para el consumo interno en fresco; cerca de un 4% se destina al mercado de exportación y menos del 1% se utiliza como materia prima para la agroindustria nacional[77].

Los departamentos de Quindío, Meta, Antioquia, Tolima, Caldas, Córdoba, Risaralda, Valle del Cauca, Nariño y Cauca, en orden, son los mayores productores del plátano, representan el 80% de la producción del país y el 65% del área sembrada. El departamento de Meta obtiene los más altos rendimientos con un promedio de 15.5 Ton/Ha, seguido por el departamento de Arauca con 13.4 Ton/Ha[78].

El cultivo se encuentra establecido desde nivel de mar y hasta los 2000 msnm[79] con densidades de plantación muy variables, desde 250 pl/ha cuando se encuentra asociado con otros cultivos como cacao, café y yuca, hasta 1,450 y 2,000 pl/ha cuando se cultiva como monocultivo.

[77] Martínez, J. & Peña, Y. (2005). La cadena del plátano en Colombia una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. 17 julio 2017, de Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Sitio web: http://www.asohofrucol.com.co/archivos/Cadenas/platano.pdf
[78] Ibídem.
[79] Ibídem.

GOBIERNO DE COLOMBIA MINAGRICULTURA
Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario - FINAGRO Carrera 13 Nº 28-17 Pisos 2, 3, 4 y 5
PBX: 3203377 Agrolínea 018000 912219 Bogotá D.C. - Colombia www.finagro.com.co

Las principales variedades que se siembran son el Hartón (0-1000msnm), Dominico-Hartón (900-1500 msnm) y el Dominico (1200 hasta 2000 msnm)[80].

4.3.1 Superficie Potencial Plátano

Sin discriminar la variedad (cachaco, popocho, guineo, hartón y exportación) y tipo[81], se identificaron 1,772 UPM's en las que históricamente se ha cultivado plátano y han sido encuestadas; 940 se ubican en Antioquia y 832 en Tolima. La mayor concentración a nivel zonal, se observa en la región Suroeste de Antioquia y en la región Sur de Tolima (Figura 45).

Cabe mencionar que, de acuerdo a la información histórica de las ENA´s, sólo el 1% (11 UPM's) se refiere a plátano de exportación. Dichos polígonos se ubican en Antioquia y no fueron considerados en los análisis. Discriminando la variedad, el 50.9% de las UPM´s entre los dos departamentos no presentan una clase específica, las variedades dominantes corresponden al Dominico y Hartón que, en conjunto, representan el 35.1%. Estas variedades se observan principalmente en Antioquia con un 24.5% en relación del total y un 46.3% respecto del departamento (Tabla VII).

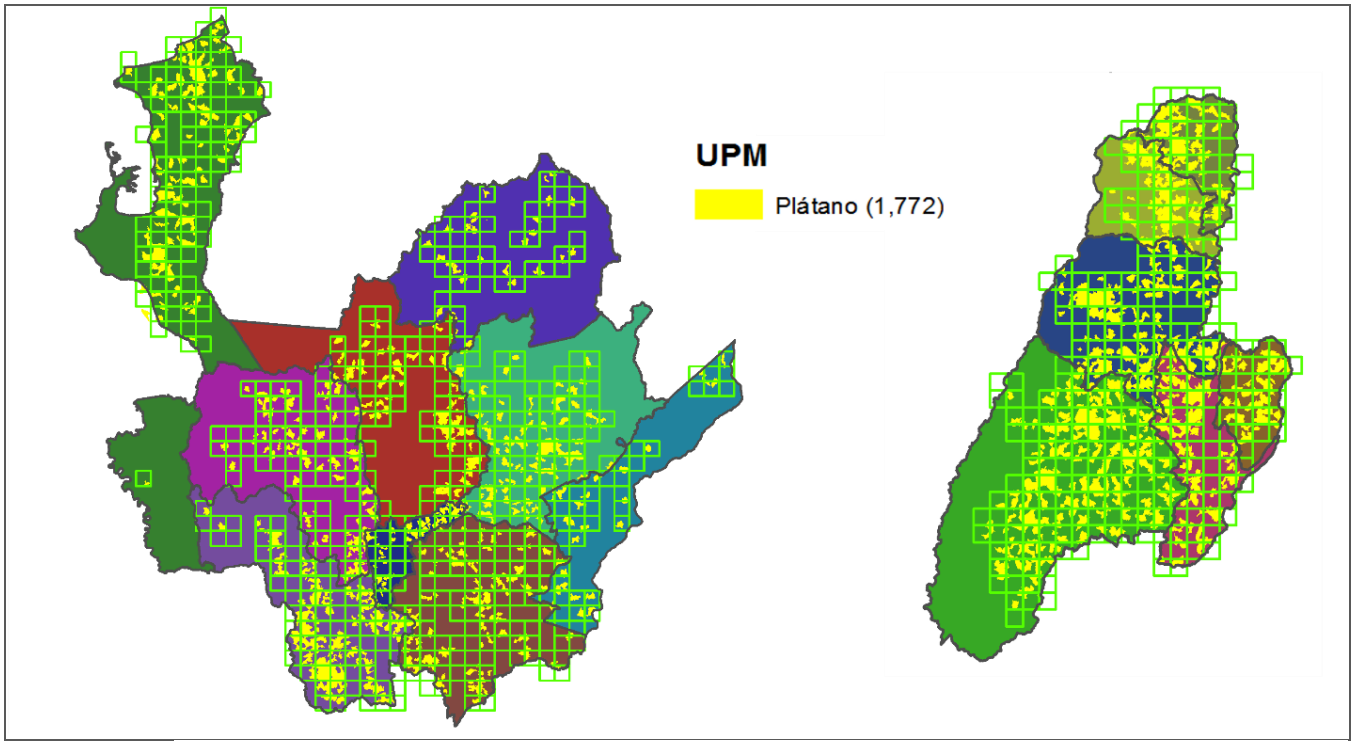


Figura 45. Ubicación geográfica de las UPM´s de plátano sin discriminar variedad. Generado por los autores. La división corresponde a las 9 regiones de Antioquia y las 6 provincias de Tolima.

[80] Ibídem.
[81] Permanente monocultivo (solo), mixto, intercalado o asociado.

GOBIERNO DE COLOMBIA MINAGRICULTURA
Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario - **FINAGRO** Carrera 13 Nº 28-17 Pisos 2, 3, 4 y 5
PBX: 3203377 Agrolínea 018000 912219 Bogotá D.C. - Colombia www.finagro.com.co

Tabla VII. Número de UPM´s por departamento y variedad de plátano de acuerdo a la información de las ENA´s.

Departamento	Antioquia	Tolima	Total
Cachaco o Popocho		85	**85**
Guineo	24	14	**38**
Plátano (demás variedades)	467	435	**902**
Cachaco	3	111	**114**
Dominico	266	66	**332**
Hartón	169	121	**290**
Exportación	11		**11**
Total	**940**	**832**	**1,772**

Debido a que el acceso a la información de las ENA´s fue posterior a las simulaciones, para el plátano no se modelaron 29 de los 912 subpixeles identificados con UPM´s, 14 para Antioquia y 15 en Tolima (Figura 46).

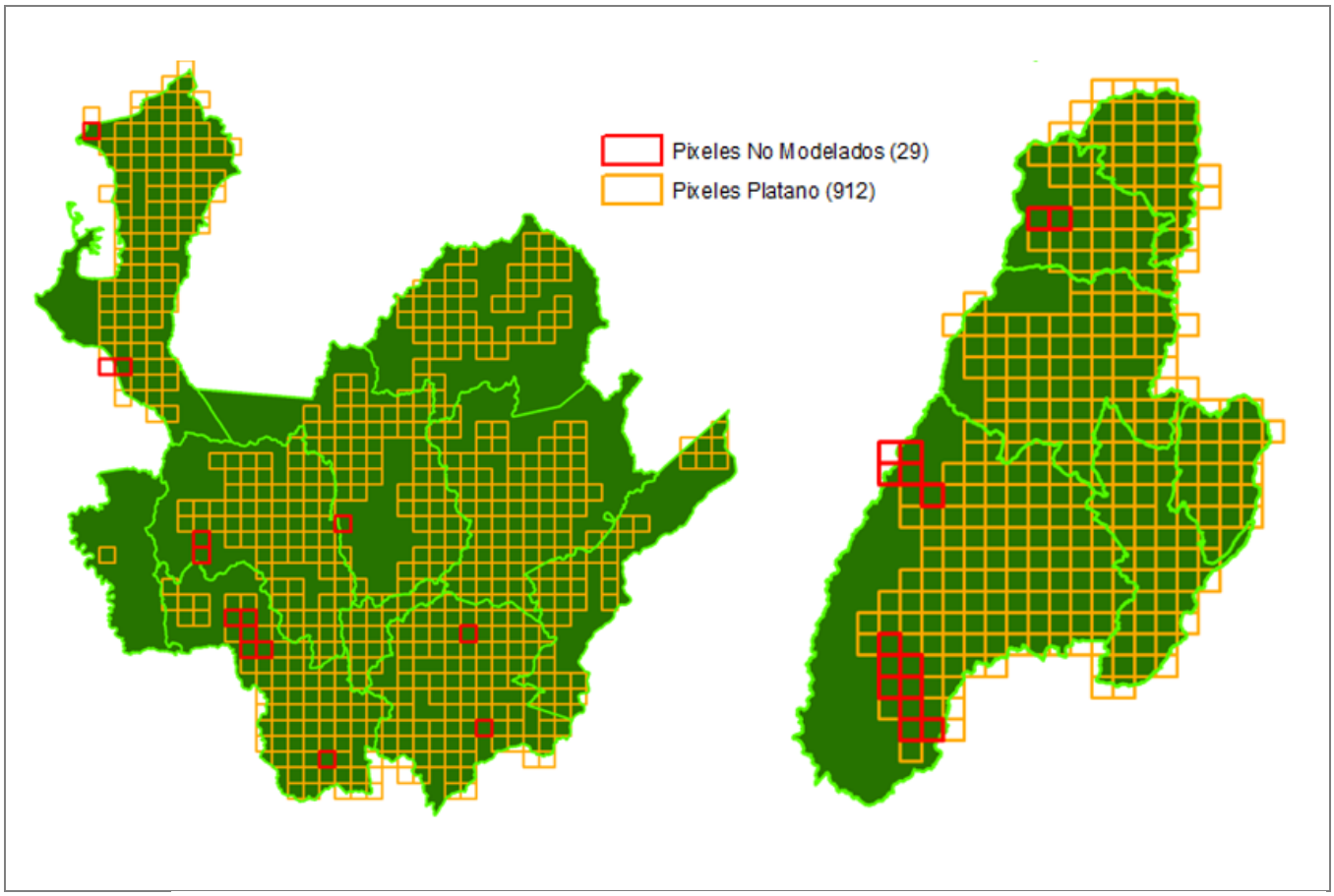


Figura 46. Subpixeles con UPM´s de plátano con información de las ENA´s analizada por los autores. La división corresponde a las 9 regiones de Antioquia y las 6 provincias de Tolima.

GOBIERNO DE COLOMBIA MINAGRICULTURA
Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario - **FINAGRO** Carrera 13 Nº 28-17 Pisos 2, 3, 4 y 5
PBX: 3203377 Agrolínea 018000 912219 Bogotá D.C. - Colombia www.finagro.com.co

Al igual que en el caso del MBT, se calculó la superficie máxima a nivel de pixel, asumiendo que se siembra plátano en el 100% de cada fragmento de polígono que se intersecta por pixel. El 23% de los subpixeles de Antioquia oscila entre las 500 y 1,500 ha (Figura 47). En Tolima el 13% de los subpixeles concentran superficies entre las 2,501 y las 6,000 ha. La superficie sembrada máxima entre los dos departamentos es de 1'312,475 hectáreas con 669,151 en Antioquia y 643,324 en Tolima distribuidas en 912 pixeles, 593 para Antioquia y 319 en Tolima.

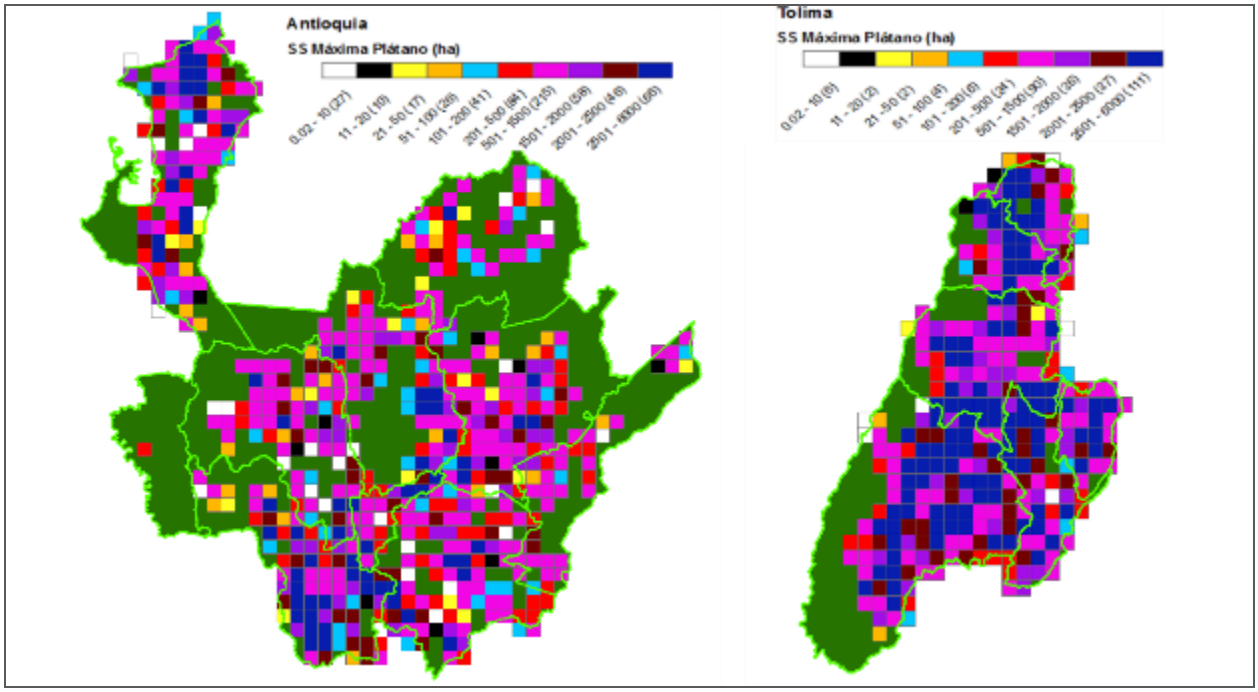


Figura 47. Superficie sembrada máxima de plátano por pixel. Generado por los autores. La división corresponde a las 9 regiones de Antioquia y las 6 provincias de Tolima.

4.3.2 Información Productiva Observada

Se realizó un análisis a los rendimientos de los departamentos de Antioquia y Tolima con la información contenida en las EVA's correspondientes al período 2007-2015. Los resultados muestran que los coeficientes de variación (COV) son bajos: COV=0.257 para Antioquia y COV=0.378 para Tolima. En los histogramas siguientes, se ilustra la distribución de los COV a nivel municipal para estos departamentos.

GOBIERNO DE COLOMBIA MINAGRICULTURA
Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario - FINAGRO Carrera 13 Nº 28-17 Pisos 2, 3, 4 y 5
PBX: 3203377 Agrolínea 018000 912219 Bogotá D.C. - Colombia www.finagro.com.co

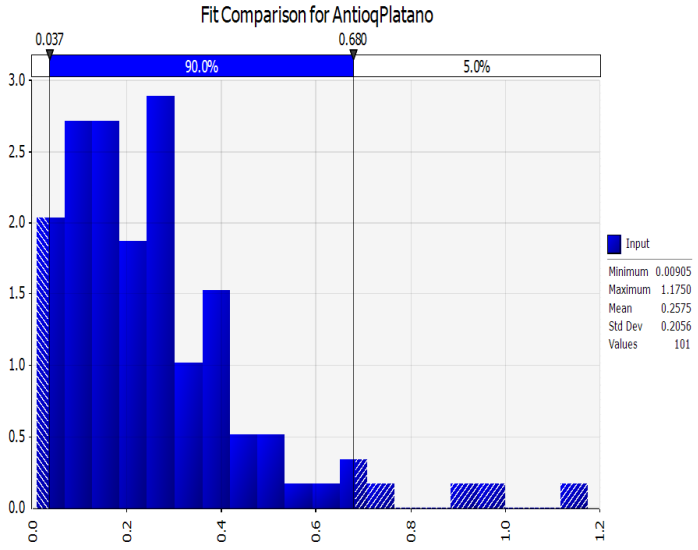


Figura 48. Distribución del Coeficiente de Variación (COV) a nivel municipal para los municipios de Antioquia en Plátano. Fuente: Construcción propia a partir de los datos de las EVA's 2007-2015.

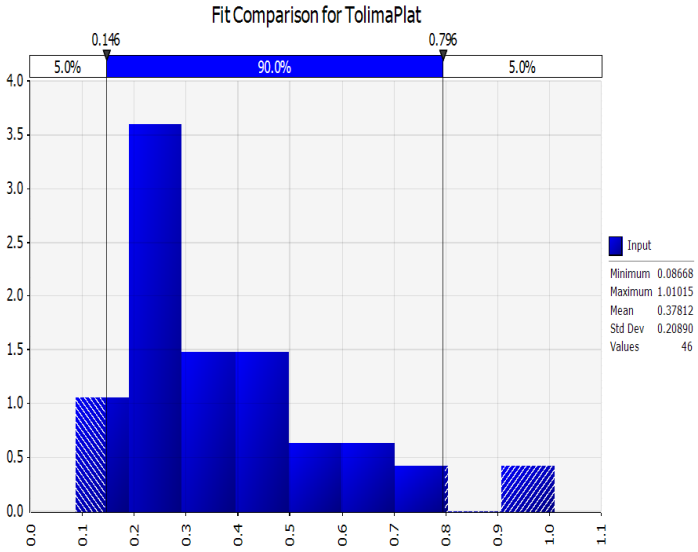


Figura 49. Distribución del Coeficiente de Variación (COV) a nivel municipal para los municipios de Tolima en Plátano. Fuente: Construcción propia a partir de los datos de las EVA's 2007-2015.

Como se puede apreciar en las gráficas anteriores, la variabilidad en el rendimiento del plátano para el departamento de Tolima es mayor que para el departamento de Antioquia, con coeficientes de variación de COV=0.378 y COV=0.25, respectivamente. El coeficiente de variación máximo en ambos casos supera 1, es decir que para el municipio que presenta mayor variabilidad en el rendimiento, su desviación estándar es igual al promedio. Esto permite concluir que la variabilidad en los rendimientos es poco representativa para poder diseñar un seguro catastrófico utilizando esta información para caracterizar el riesgo.

Por lo anteriormente expuesto, se propuso el uso de información sintética de rendimientos que proporcione una mayor longitud de tiempo de información, así como continuidad en la misma, y aún más importante, que refleje una variabilidad más próxima a la realidad climática del área de estudio.

GOBIERNO DE COLOMBIA MINAGRICULTURA
Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario - FINAGRO Carrera 13 Nº 28-17 Pisos 2, 3, 4 y 5
PBX: 3203377 Agrolínea 018000 912219 Bogotá D.C. - Colombia www.finagro.com.co

4.3.3 Información Productiva Sintética

Para la modelación del cultivo, se utilizaron los mismos criterios de simulación definidos para el MBT con diferencia en las densidades de plantas. Se generaron 2 series sintéticas de rendimientos con dos densidades de plantación, 600 y 1,000 pl/ha, con la finalidad de representar distintas condiciones de explotación del cultivo en el país, así como una modelación diferenciada por variedad de acuerdo a la altitud.

Derivado de la información obtenida de la modelación de los rendimientos, se dio inicio el análisis estadístico de la información, mediante un estudio descriptivo de los resultados obtenidos. La Figura 50, ilustra los diagramas de caja de los rendimientos sintéticos obtenidos para la densidad de plantación de 600 plantas por hectárea. Las cajas muestran que, si bien existen subpixeles con rendimientos cercanos a los 4,000 kg/ha, existen otros con rendimientos significativamente menores (2,500 kg/ha). La variabilidad observada dentro de cada pixel es muy poca, de manera general, las cajas no son muy amplias. Incluso se observa que el rendimiento mínimo rara vez es inferior a los 1,500 kg/ha. Es evidente la poca variabilidad existente en los rendimientos del plátano a esta densidad de población.

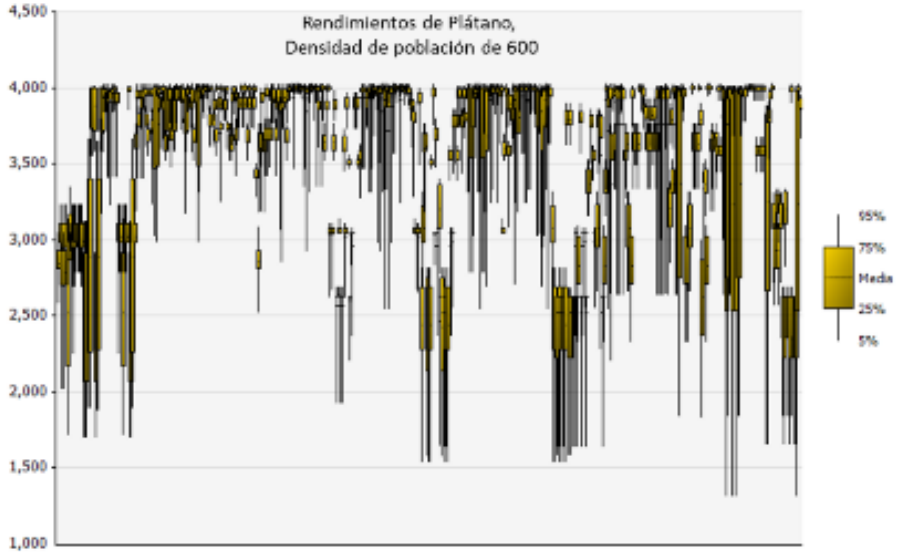


Figura 50. Diagramas de caja de los rendimientos simulados de plátano densidad de plantación 600 pl/ha. Fuente: Construcción propia a partir de los datos de los rendimientos sintéticos.

Por otro lado, al incrementarse la densidad de población a 1,000 pl/ha, se observa mayor variabilidad en los rendimientos (Figura 51), dado que en términos generales, al estar presentes más plantas por hectárea, sin haber competencia entre ellas, los rendimientos son más altos. Sin embargo, se siguen observando cajas generalmente estrechas con poca variabilidad y con nula presencia de afectaciones importantes (rendimientos menores a 1,000 kg/ha).

GOBIERNO DE COLOMBIA MINAGRICULTURA
Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario - **FINAGRO** Carrera 13 Nº 28-17 Pisos 2, 3, 4 y 5
PBX: 3203377 Agrolínea 018000 912219 Bogotá D.C. - Colombia www.finagro.com.co

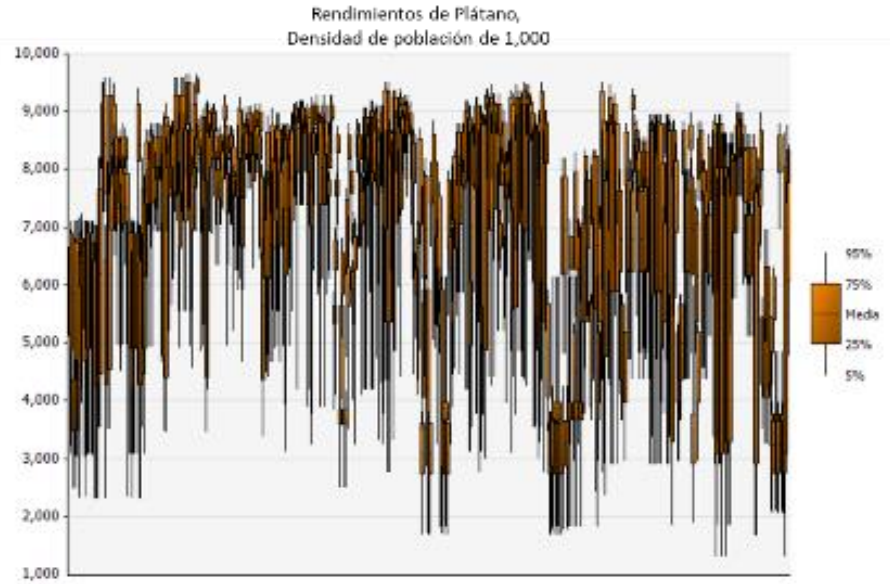


Figura 51. Diagramas de caja de los rendimientos simulados de plátano densidad de población de 1,000 pl/ha. Fuente: Construcción propia a partir de los datos de los rendimientos sintéticos.

Las conclusiones anteriores se confirman al graficar el coeficiente de variación a nivel subpixel (Figura 52). Allí se aprecia que el promedio de los coeficientes de variación es muy bajo; para la densidad de población de 600 plantas es igual a 0.07, mientras que para la densidad de población de 1,000 plantas es de 0.165. Así mismo se identifica que existe una gran cantidad de subpixeles cuyo coeficiente de variación es practicamente nulo. Los coeficientes de variación máximos son de 0.43 y 0.62 para cada densidad de población (600 y 1,000 pl/ha) respectivamente, es decir, no hubo algún subpixel cuya desviación estándar del rendimiento fuera cercana al promedio.

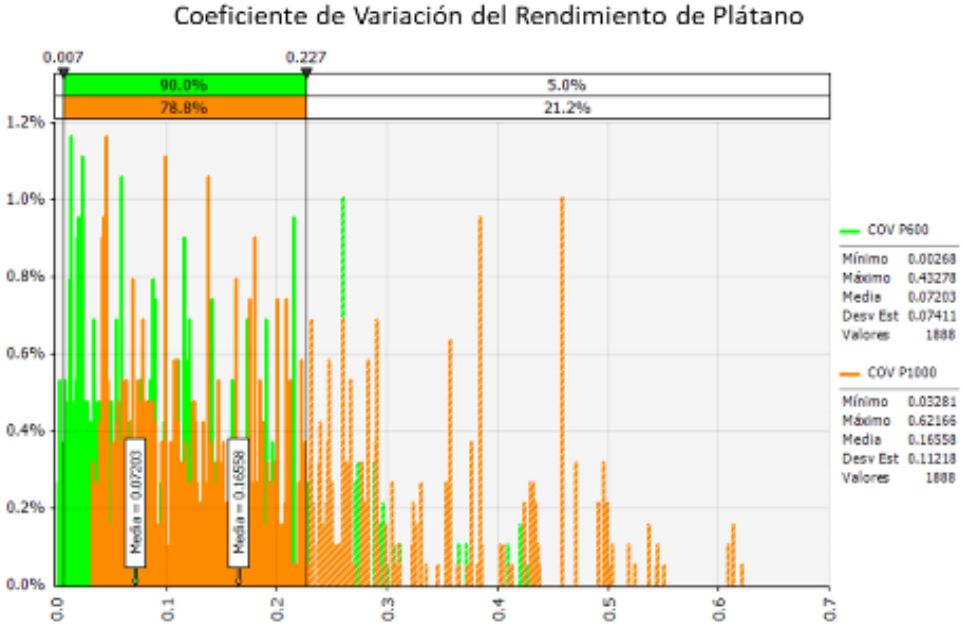


Figura 52. Coeficiente de variación (COV) de los rendimientos de plátano para ambas densidades.

Los resultados anteriores indican que para el cultivo de plátano, las variables de precipitación y temperaturas, principales factores climáticos considerados para efectos de la modelación, no provocan mermas considerables en los rendimientos, concluyendo que un Seguro por Rendimiento de Área es poco factible para ser implementado bajos las condiciones de producción en Antioquia y Tolima, departamentos donde el cultivo se encuentra asociado principalmente a cacao y café, con densidades de población bajas y variables. Aunado a lo anterior, es importante tomar en cuenta que, durante el proceso de producción, el cultivo presenta un período de recolección continuo durante la mayor parte del año y que aproximadamente el 85% de los productores tienen un área sembrada menor a 5 has[82], lo que en conjunto encarecería los gastos de operación, específicamente en el proceso de estimación y cuantificación del rendimiento.

4.3.4 Seguro por Planta

Derivado de la no factibilidad de un seguro por rendimiento de área y tomando en cuenta que los vientos fuertes es uno de los riesgos que impactan al cultivo de acuerdo a: i) los comentarios de las reuniones de trabajo realizadas vía remota con especialistas del MADR y representantes del departamento de Tolima; y ii) la información contenida en los documentos La Cadena de Plátano en Colombia[83] y El Cultivo del Plátano[84], se consideró conveniente analizar la opción de implementación de un Seguro por Planta.
Las principales características que se destacan en el Seguro por Planta son:

- Asegurar la vida de las plantas.
- El rendimiento no determina la suscripción ni detona la cobertura.
- La cobertura del Seguro por Planta se activa cuando, a consecuencia de un riesgo protegido, la planta muere o se daña su capacidad productiva.
- Los gastos de operación respecto a la evaluación del daño serían menores, ya que sólo se inspeccionan aquellos casos donde exista una pérdida de plantas superior al parámetro protegido, sin necesidad de dar seguimiento a la producción obtenida en la plantación.

Con el objetivo de conocer la disponibilidad de información sobre el campo de viento en los departamentos de interés, se ubicó espacialmente a las Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA's) del catálogo proporcionado por el IDEAM con información exclusiva de temperatura, precipitación y radiación; asumiendo que se dispondría de la misma resolución espacio-temporal para la variable en cuestión. Sin embargo, analizando la distribución de las EMA´s con la capa de los polígonos de plátano, se observa que existe una baja densidad de estaciones principalmente en la Región Occidente y Nordeste de Antioquia, así como en la Provincia sur de Tolima (Figura 53).

Ante la baja densidad de EMA´s en zonas productoras de plátano, se exploró la disponibilidad de información sintética, obteniendo acceso sólo al arreglo regular MERRA con una resolución espacial (1/2° latitud por 2/3° longitud) y temporal (horaria) con 42 pixeles que cubren a los dos departamentos (Figura 53). No obstante, la serie temporal a la que se tuvo acceso sólo contemplaba quince años de información del período de 2001 a 2015.

[82] Martínez, J. & Peña, Y. (2005). La cadena del plátano en Colombia una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. 17 julio 2017, de Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Sitio web: http://www.asohofrucol.com.co/archivos/Cadenas/platano.pdf
[83] Martínez, J. & Peña, Y. (2005). La cadena del plátano en Colombia una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. 17 julio 2017, de Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Sitio web: http://www.asohofrucol.com.co/archivos/Cadenas/platano.pdf
[84] Arcila, M.A., Aranzazu, L.F., Castrillon, C., & Valencia, J.A. . (1999). El Cultivo del Plátano. Manizales, Caldas, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.

Además, dicho período no incluye los eventos fuertes de ENOS (El Niño/Oscilación del Sur) en su fase cálida de 1982-1983, 1997-1998 y 2015-2016, y sólo cubre un evento fuerte en su fase fría (La Niña 2010-2011), limitando la caracterización catastrófica y modulación de la entrada de frentes fríos, considerados los principales responsables de vientos fuertes que afectan al departamento de Antioquia.

Con lo que respecta a los vientos provenientes de Ciclones Tropicales (CT), Colombia no está en la trayectoria de éstos, no obstante, existen algunas excepciones. De manera indirecta Antioquia y Tolima han sido afectados por CT, los cuatro sistemas más intensos del período de 1971 a 2012 fueron[85]: i) Irene 1971; ii) Joan, 1988; iii) Bret; y iv) César, 1996; sin embargo todos ellos se gestaron fuera del período disponible de información sintética del campo de viento, limitando -al igual que con los frentes fríos- la caracterización de dicha variable y su relación con la afectación a las plantaciones de plátano.

Por otro lado, se investigó con qué otras fuentes de información disponía Colombia, encontrando en la literatura la existencia de un atlas de viento y energía eólica, el cual, se generó con datos de modelos meteorológicos regionales y registros de 111 anemógrafos ubicados a nivel país en una malla de 10X10 km de resolución. Sin embargo, debido a los tiempos y acuerdos establecidos en los términos de referencia, no se estructuró el seguro por planta contra el riesgo de vientos fuertes.

[85] http://www.nhc.noaa.gov/data/#hurdat. Consultada el 18 de septiembre de 2017.

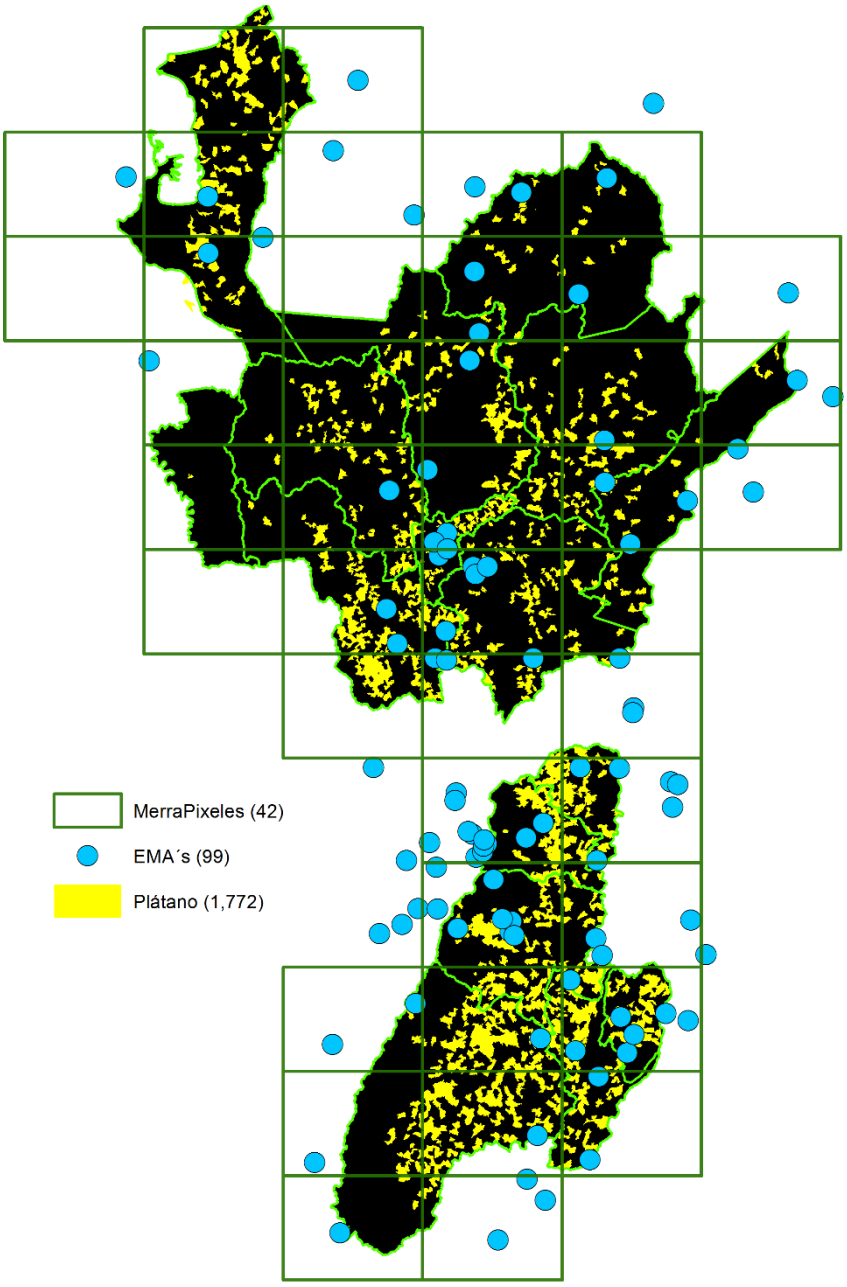


Figura 53. Ubicación espacial de las Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA´s), pixeles del arreglo regular de MERRA y UPM's de plátano.

5. Temas de Política Pública

1) Participación de los Departamentos en la Prueba Piloto

Para la instrumentación de la prueba piloto en los departamentos de Antoquía y Tolima, se recomienda que la contratación del SAC se realice a nivel de Gobierno Nacional, a través de la Dependencia o Entidad que determinen las autoridades. Los departamentos podrían participar en el pago de la prima en una proporción del 10 al 20% de acuerdo a la condición de sus finanzas públicas.

GOBIERNO DE COLOMBIA MINAGRICULTURA
Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario - **FINAGRO** Carrera 13 Nº 28-17 Pisos 2, 3, 4 y 5
PBX: 3203377 Agrolínea 018000 912219 Bogotá D.C. - Colombia www.finagro.com.co

Igualmente se recomienda que la calidad de asegurado y beneficiario sea conservada por el Gobierno Nacional, con el objetivo de tener el control administrativo en la dispersión de los recursos. En caso de participación de los departamentos, los recursos serían canalizados a los productores afectados a través de los canales institucionales establecidos por éstos, y conforme al padrón de beneficiarios que al efecto se construya, una vez conocido los productores y superficie afectados.

2) Mecanismos de Participación del Mercado Asegurador

Es indispensable involucrar al mercado nacional de seguros en la prueba piloto, definiendo los alcances y características de su participación. De inicio se recomienda, operar el seguro a través de un esquema de coaseguro, promoviendo entre el sector su organización para definir porcentajes de participación y aseguradora líder.

Se estima que los resultados que se deriven de operación en coaseguro permitirá, eventualmente, la construcción de un portafolio nacional que responda de manera más eficiente a las necesidades y recursos tanto del Gobierno Nacional como de los gobiernos departamentales, a la vez que permitirá aprovechar los beneficios de la mutualización de riesgos, disminuir el costo del seguro y potenciar los recursos disponibles. Igualmente, la transferencia de un portafolio nacional de riesgos agropecuarios, facilitará el contar con condiciones de protección homogéneas en términos de pólizas, primas, riesgos, ajustes de siniestros, etc., y minimizar controversias en la dictaminación y pago de indemnizaciones.

Finalmente, se estima que la operación del seguro catastrófico agrícola mediante coaseguro, contribuiría a dar transparencia a todas las fases del proceso de aseguramiento, brindando, con ello, la certeza que requiere, tanto el mercado asegurador nacional para ampliar su participación en este riesgo, como el mercado internacional para su lograr su transferencia a través de esquemas de reaseguro.

En ese sentido, en la Tabla VIII se presenta un ejercicio hipotético sobre la valuación de 16 portafolios de riesgo agrícola distintos, con el fin de mostrar los efectos que la agrupación de estos tiene en la prima de riesgo. Como se puede observar, en promedio se registra, a favor del contratante, una variación de 2.01 puntos porcentuales (24%) entre la contratación individualizada (8.42%) y la suscripción de un portafolio global (6.41%).

Tabla VIII. Impactos en la valuación individual y global del riesgo.*Referido como la Prima de Riesgo Nacional *versus* la Prima de Riesgo Individual.**Debido a su nivel de dispersión, el portafolio individualizado presenta una Prima de Riesgo menor respecto a la que arroja al valorarse dentro de un portafolio nacional. Fuente: Autores.

Activos	Prima Riesgo Individual	Prima Riesgo Global	Cambio
1	7.94%	4.46%	-44%
2	14.53%	7.74%	-47%
3	7.43%	5.55%	-25%
4	7.71%	6.27%	-19%
5	11.71%	9.37%	-20%
6	8.19%	8.12%	-1%
7**	5.11%	5.58%	9%
8	6.07%	3.26%	-46%
9	9.93%	6.33%	-36%
10	5.55%	2.97%	-46%

11	15.27%	7.79%	-49%
12	25.75%	24.16%	-6%
13	5.39%	2.83%	-47%
14	7.84%	6.89%	-12%
15	24.49%	18.10%	-26%
16	16.99%	11.90%	-30%
Total	8.42%	6.41%	-24%

3) Autorización del Producto

Con el objetivo de estar en condiciones de instrumentar la prueba piloto en los tiempos previstos, se recomienda iniciar las gestiones ante la Superintendencia Financiera para registrar el producto. En virtud de tratarse de un esquema de coaseguro, se sugiere que el trámite respectivo sea conducido por FASECOLDA en representación de las compañías participantes y se presente la póliza como un seguro de sector.

4) Ampliación del SAC a Otras Regiones y Cultivos

Si bien el estudio de factibilidad se concentró en esta primera etapa en los departamentos de Antioquia y Tolima, de manera específica en el MBT, y partiendo del hecho de que la intención del Gobierno Nacional es brindar protección catastrófica a todo el universo de productores de bajos recursos identificados como población objetivo, se procedió a analizar diversas alternativas para i) incorporar a otros productores y cultivos en la prueba piloto; ii) establecer alternativas para ampliar la oferta del SAC a otros departamentos y cultivos.

En el primer caso y ante la imposibilidad de determinar con precisión la cantidad de superficie identificada como MBT que se ubica en UA y ante el supuesto, según información oficial, que al menos del 50% está sembrada con este cultivo y por tanto es representativa de los daños que eventualmente puede sufrir la producción por un evento de carácter hidrometeorológico en esa UA, se sugiere proteger el 100% de la superficie identificada como potencial e incluir como beneficiarios de los apoyos a productores que posean otros cultivos y hayan resultado afectados por el mismo fenómeno que ocasionó las pérdidas en el maíz.

En el segundo caso, se recomienda aprovechar los análisis realizados para MBT haciendo extensivas las conclusiones a los departamentos que presenten niveles fisiográficos similares en términos de altimetría y pendientes.

En el caso de otros cultivos representativos y considerando la distinta vulnerabilidad que presentan y la carencia de información de producción suficiente y confiable necesaria para construir un AYII, se sugiere realizar la modelación sintética de la producción y clima y aplicar la metodología desarrollada en el presente estudio de factibilidad. Complementariamente, se sugiere analizar la posibilidad de diseñar un seguro basado en índices de vegetación no considerado en el presente estudio.

6. Referencias

Almorox, J., Hontoria, C. y Benito, M. (2008). Comparación de algunos métodos de estimación de la evapotranspiración en Uruguay. Rev. Ing. Quím. 33: 5-9.

Anónimo. (2012). Manual técnico del cultivo de maíz bajo buenas prácticas agrícolas. Gobernación de Antioquia. Colombia. 152 p.

Arias D. y Covarrubias K. (2006). Agricultural Insurance in Mesoamérica: An Opportunity to Deepen Rural Financial Markets, IDB Publications 34802, Inter-American Development Bank.

Arias, D. e Iturrioz (2010). Agricultural Insurance in Latin America, Developing the Market, the World Bank.

Arcila, M.A., Aranzazu, L.F., Castrillon, C., & Valencia, J.A. . (1999). El Cultivo del Plátano. Manizales, Caldas, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.

Banco Interamericano de Desarrollo y Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2012). Valoración de Daños y Pérdidas Ola Invernal en Colombia 2010-2011.

Banco Mundial. (2013). Estudio de factibilidad para el diseño y la implementación de un seguro de índices para el cultivo de algodón. 132pp.

Cardona, O.D., Wilches-Chaux, G., García, X, Mansilla, E., Ramírez, F y Marulanda M.C. (2004). Definición de la responsabilidad del estado, su exposición ante desastres naturales y diseño de mecanismos para la cobertura de los riesgos residuales del estado. Cardona, O.D., Wilches-Chaux, G., García, X, Mansilla, E., Ramírez, F y Marulanda M.C.

Cayón S., G, Valencia M., J. A.; Morales O., H; Domínguez V., A. (2004). Desarrollo y producción del plátano Dominico-Hartón (Musa AAB Simmonds) en diferentes densidades y arreglos de siembra. Agronomía Colombiana, vol. 22, núm. 1, 2004, pp. 18-22. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

Centro Nacional de Huracanes (NHC de sus siglas en inglés, National Hurricane Center). http://www.nhc.noaa.gov/data/#hurdat. Consultada el 18 de septiembre de 2017.

Chaves B., G. Cayón and J. W. Jones. (2009). Modeling plantain (Musa AAB Simmonds) potential yield. Agronomía Colombiana, Vol. 27, Núm. 3.

Chen, M., et al. (2002). Global land precipitation: A 50-yr monthly analysis based on gauge observations, J. Hydrometeorology., 3, 249-266.

Chen, M., Xie, P., and CPC Quality Control Working Group Climate Prediction Center (CPC)/NCEP/NOAA. (2008). Quality Control of Daily Precipitation Reports at NOAA/CPC.

Cirilo, A.G. (2004). Rendimiento del cultivo de maíz. Manejo de la Densidad y Distancia entre Surcos en Maíz. Idia XXI: revista de información sobre investigación y desarrollo agropecuario, 2004, v. 4, no. 6, p. 128-133.

Clark, G. E. (1998). Assessing the Vulnerability of Coastal Communities to Extreme Storms: The Case of Revere, MA., USA. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 59-82.

Corporación Andina de Fomento. El Fenómeno El Niño 1997-1998: Memorias, Retos y Soluciones. Vol III. Colombia.

Cotton-Barratt, O. F. (2016). Global Catastrophic Risks. USA: Global Challenges Foundation.

DANE. (2016). Resultados del Tercer Censo Nacional Agropecuario. Tomo 2:1036p.

DANE. (2016). Memorias. Tomo 1:161p.

De Wit C.T. (1994). Research Programme, Graduate School for Production Ecology. Wageningen Agricultural University.

Ebert, E.E., Janowiak, J. E. y Kidd, C. (2006). Comparison of near-real-time precipitation estimates from satellite observations and numerical models. American Meteorological Society. DOI:10.1175/BAMS-88-1-47.

EM-DAT 1900-2011. (2014). Extreme Natural Hazards, Disaster Risks and Societal Implications. Alik Ismail-Zaden, Jaime Urrutia, Fucugauchi, Andrzej Kijko, Kuniyoshi Takeuchi, Ilya ZaliapinPart of Special Publications of the International Union of Geodesy and Geophysics.

Erazo M. M., J.A. Quijano C., R.E. Preciado O. y A.D. Terrón I. (1998). Caracterización de genotipos de maíz para la calibración de modelos de simulación dinámica". Resumen en la memoria del XVII Congreso Nacional de Fitogenética. Acapulco Gro.

Estudio Sectorial del Café. (2012). Elaborado por la Superintendencia de Industria y Comercio (pág. 36).

FCIC. (2016). Area risk protection insurance policy. 24pp.

FEDEPALMA. (2016). La Palma de Aceite en Colombia. Julio 05, 2017. Sitio web: http://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/Infografi%CC%81a%20General%20de%20COLOMBIA.pdf

GEA, Especialistas en Seguros Agropecuarios. 2016. Seguros por índice climático, innovando el seguro agropecuario. Disponible en: http://www.gea.com.co/

Gómez, D. y Becerra, A. (2013). Política Comercial para el Arroz. Junio 22, 2017, de FEDESARROLLO. Sitio web: http://www.fedesarrollo.org.co/wp-content/uploads/2011/08/Pol%C3%ADtica-Comercial-para-el-Arroz_-Juan-Mauricio-Ram%C3%ADrez-Daniel-G%C3%B3mez-Alejandro-Becerra-Presentaci%C3%B3n_Congreso_Induarroz.pdf

Gómez, J. J. (2001). Vulnerabilidad y medio ambiente. Las diferentes expresiones de la vulnerabilidad social en América Latina y el Caribe. Santigo de Chile: CEPAL.

Hargreaves, G. H. and Allen, R. A. (2003). History and evaluation of Hargreaves evapotranspiration equation. J. Irrig. Drain. Eng. ASCE 129(1): 53-63.

Hargreaves, G. H. and Samani, Z. A. (1982). Estimating potential evapotranspiration. J. Irrig. and Drain Engr, 108 (IR3): 223-230.

Hewitson, B. C.; y Crane, R. G. (2002). Self-organizing maps: Applications to synoptic climatology, Clim. Res., 22, 13- 26.

Holdridge, L. R. (1947). Determination of world plant formations from simple climatic data. Science 105: 367- 368.

IGAC. (2012). Atlas de la Distribución de la Propiedad Rural en Colombia.

Jones, C.A., and J.R. Kiniry. 1986. CERES-Maize: A simulation model of maize growth and development. Texas A&M University Press, College.

Kolmogorov, A. N. (1939). Sur l'interpolation et extrapolation des suites stationnaires, C. R. Acad. Sci. Paris, 208, 2043-2045.

Köppen, W. (1918). Klassifikation der Klimate nach Temperatur, Niederschlag und Jahresablauf (Classification of climates according to temperature, precipitation and seasonal cycle). Petermanns Geogr. Mitt., 64, 193-203, 243-248. map 1 and map 2.

LEY N° 160. Diario Oficial 41896, Bogotá, D. C. Colombia, 20 de junio de 1995.

Lis, J., Campos, J. & Herrera, J.. (2012). Estudio sobre el sector del Café en Colombia. Junio 23, 2017, de Superintendencia de Industria y Comercio disponible en: http://www.sic.gov.co/recursos_user/documentos/promocion_competencia/Estudios_Economicos/Estudios_Economicos/Estudios_Mercado/EstudiosectorialCafe.pdf

Lau, Ch.; Jarvis, A. & Ramírez, J. (2013) "Agricultura Colombiana: Adaptación al Cambio Climático", *CIAT Políticas en Síntesis No.1,* Febrero. [En línea] Disponible en: http://www.asocam.org/biblioteca/files/original/361f45bab87ad43ae1897e2189b08500.pdf

Martínez, J. & Peña, Y. (2005). La cadena del plátano en Colombia una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural disponible en: http://www.asohofrucol.com.co/archivos/Cadenas/platano.pdf

Méndez, P. J.M. y Magaña, R.V. (2003). Una base de datos de precipitación mensual en mallas para la región de México, Centroamérica y el Caribe. Geos. (23):2.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2014). Cadena de plátano. 17 julio 2017. Disponible en: https://sioc.minagricultura.gov.co/Platano/Documentos/004%20-%20Documentos%20Competitividad%20Cadena/D.C.%202014%20Octubre%20-%20Indicadores%20platano.pdf

Nelson, G. C. (2009). Cambio Climático. El impacto en la agricultura y los costos de adaptación. Washington, D.C.: Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias IFPRI.

New, M., et al. (2000). Representing twentieth-century space-time climate variability. Part II: Development of 1901-96 monthly grids of terrestrial surface climate, J. Clim., 13, 2217-2238.

Peguy, Ch.P. (1961). Précis de Climatologie. Paris: Masson et Cie. 347 p.

Quijano, C.J.A., Aguirre G. J.A., y E. Villarreal F. (1991). Un modelo de simulación para la predicción del comportamiento del frijol (Phaseolus spp.). En Memoria del 1er. Simposio nacional del frijol. Durango, Dgo. México.

Quijano, C. J.A., y E. Villarreal F. (1992). Un modelo de simulación de la producción de maíz de temporal. En Memoria del Coloquio mesoamericano de sistemas de producción. Colegio de Postgraduados, Montecillos, México.

Quijano, C. J.A., J.A. Aguirre G., R. Paredes M. and J.A. Vargas W. (1995). Using crop growth simulation models to support agricultural research planning in Mexico. In Thornton P.K., W.T. Bowen, P.W Wilkens, J.W. Jones, K.J. Boote and G. Hoogenboom eds. "Appplying Crop Models and Decision Support Systems". Special publication IFDC-SP-22. International Consortium for Agricultural Systems Applications. University of Florida. International Fertilizer Development Center.

Quijano, C. J.A. R. Paredes M. y E. Villarreal F. (1998a). MSPEC, Modelo de Simulación del Potencial Ecológico de los Cultivos. Resumen en la memoria del XVII Congreso Nacional de Fitogenética. Acapulco Gro.

Quijano, C.J.A, J.A. Aguirre G. y E. Villarreal F. (2001). Un modelo de simulación de la producción de maíz de temporal. Memoria del Coloquio mesoamericano de Sistemas de Producción. Montecillos, México.

Rienecker, M., Suarez, M., Gelaro, R., Todling, R., et al. (2011). MERRA - NASA's Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications. J. Clim. (submitted to MERRA special collection).

Rojas, P. (1995). La gestión del riesgo en el ordenamiento jurídico colombiano. Universidad de los Andes, Centro Interdisciplinario de estudios sobre Desarrollo (Cider). http:/ediciones.uniandes.edu.co

Saha et al. (2010). The NCEP Climate Forecast System Analysis. Bull. Amer. Meteo. Soc. August, 1115-1057.

Sharpley, A.N. and J.R. Williams. (1990). EPIC, Erosion/Productivity Impact Calculator: Model Documentation. U.S. Department of Agriculture. Technical Bulletin No. 1768. 235 p.

Sibson, R. (1981). A brief description of natural neighbour interpolation, in Interpreting Multivariate Data, editado por V. Barnett, pp. 21- 36, John Wiley and Sons, Chichester, UK.

Skees, J.; P. Hazell; M. Miranda. (1999). New Approaches to Crop Yield Insurance in Developing Countries IFPRI, Washington, D.C., USA, 29 p.

Thornthwaite C. W. and Mather, R. J. (1955). The water balance. Publications in climatology, laboratory of climatology. Centerton, NJ. 104 p.

Thornthwaite, C. W. (1948). An Approach toward a Rational Classification of Climate. Geographical Review. (38)1: 55-94.

Troll, C. (1958). Climatic seasons and climatic classification. Oriental Geographer. 2: 141-165.

Vaughan, E. (1989). Fundamentals of risk and insurance. New York: John Wiley & Sons. World Bank. "Mexico. - Agriculture Insurance Market Review", June 2103, pag.121-122.

Zapata Martí, R. C. (2000). Un tema del desarrollo: la reducción de la vulnerabilidad frente a los desastres. Enfrentando Desastres Naturales: Una Cuestión del Desarrollo. Nueva Orleans: BID,

7. Anexos

7.1 Condicionado General del Seguro Agrícola Catastrófico por Índice de Rendimiento para Cultivos Transitorios

_____, quien en adelante se le denominará "LA COMPAÑÍA", asegura el cultivo señalado en la carátula de la póliza ubicado en las Unidades Aseguradas señaladas en la relación anexa a la misma por los daños catastróficos causados directamente por los riesgos de Sequía o Deficiencia de Lluvia, Exceso de Lluvia, Heladas, Inundación, Granizo, Vientos Fuertes, Avalancha y Deslizamiento de acuerdo con la Cláusula de Aseguramiento.

I. Cláusula de Aseguramiento

El presente Condicionado General y las pólizas que se emitan protegen al cultivo asegurado registrado en la carátula de la póliza, por las pérdidas o daños catastróficos que sufra, determinados a partir de que el Rendimiento Obtenido se encuentre por debajo del Rendimiento Protegido en la Unidad Asegurada, causados directamente por los riesgos señalados como cubiertos en la carátula de la póliza.

II. Cláusula de Cobertura de Riesgos

La protección de estos riesgos se otorgará únicamente a cultivos transitorios que se encuentren arraigados y cuya siembra o trasplante haya sido realizada en condiciones de humedad para su desarrollo inicial dentro de las fechas de siembra, establecimiento o trasplante autorizados por la Autoridad.

Avalancha.- Alud de lodo, piedras o palizada a consecuencia de lluvias intensas o sismo que arrastre, cubra o remueva el cultivo asegurado total o parcialmente, que dé como resultado disminución del rendimiento o muerte de la planta.

Deslizamiento.- Desprendimiento o caída de una masa de nieve, lodo, rocas, suelo o tierra desde una pendiente que como consecuencia de lluvias intensas o sismo, arrastre, remueva o cubra total o parcialmente el cultivo asegurado y que dé como resultado disminución del rendimiento o muerte de la planta.

Exceso de Lluvia.- La elevación de los niveles de humedad en el suelo proveniente directamente de la lluvia, que se presente en el cultivo y cause daños como: arrastre, descalce o enterramiento de las plantas, asfixia radicular, desgrane o germinación de los granos en pie y que dé como resultado la disminución del rendimiento o muerte de la planta por daños fisiológicos.

La cobertura de este riesgo no ampara daños por la imposibilidad de realizar la labor de cosecha.

Granizo.- La acción de precipitación atmosférica de agua en estado sólido que provoque daños en el cultivo como: traumatismo, desgarramiento de hojas y tallos y que dé como resultado disminución del rendimiento o muerte de la planta.

Heladas.- Temperaturas iguales o menores al punto de congelación del agua (formación de cristales con rompimiento de estructuras intracelulares) que se presente en el cultivo y dé como resultado la disminución del rendimiento o muerte de la planta ocasionado por daños fisiológicos.

Inundación.- Lámina de agua permanente en el cultivo debido a la precipitación pluvial o al desbordamiento de agua proveniente de la rotura de canales, drenes, ríos, presas o lagos, sucedido al interior del cultivo asegurado durante más de 72 horas, que provoque en el cultivo daños como: pudrición de raíces, clorosis, marchitez, desarraigo, pudrición basal, arrastre, enterramiento, enlodamiento de la planta o partes de ésta y que dé como resultado disminución del rendimiento o muerte de la planta por daños fisiológicos.

Sequía o Deficiencia de Lluvia.- La precipitación pluvial insuficiente que provoque en el cultivo: estrés hídrico, enrollamiento, marchitez, deshidratación total o parcial de cualquier órgano de la planta y que dé como resultado la disminución del rendimiento o muerte de la planta por daños fisiológicos.

Vientos fuertes.- La acción del viento con o sin lluvia con la intensidad suficiente para causar daños al cultivo, ocasionando desgarramientos, desprendimiento de órganos de la planta, fractura de tallos o tendedura y que dé como resultado disminución del rendimiento o muerte de la planta más no de la calidad del fruto, por daños fisiológicos.

III. Cláusula de Exclusiones Generales

Este seguro no cubre ninguna pérdida o daño al cultivo asegurado, debido a riesgos distintos a los que figuran como amparos en la carátula de la póliza, ni las reclamaciones, pérdidas, daños o perjuicios que en su origen o extensión hayan sido causados directa o indirectamente por:

1. Negligencia o actos dolosos del Asegurado/Tomador, de sus empleados, o de terceros.
2. Las pérdidas o daños que se hubiesen manifestado u ocurrido en el cultivo asegurado antes del inicio de la vigencia de la póliza.
3. Falta de realización de labores.
4. Granizo cuando ocurra dentro de las cuarenta y ocho (48) horas siguientes en la zona donde se haya utilizado el procedimiento de bombardeo de nubes con substancias tales como yoduro de plata o similares, para la provocación artificial de lluvia.
5. Robo de la producción del cultivo asegurado, sea este cosechado o no, antes, durante o después del siniestro.
6. Cuando el cultivo asegurado presenta afectación en conjunto o individualmente por plagas, enfermedades y malezas.
7. En casos donde se inicie parcial o totalmente la cosecha del cultivo asegurado o desprendimiento de la planta o parte de ésta del suelo sin que haya concluido el plazo para que la Compañía realice la verificación y ajuste del siniestro.
8. Baja población, no germinación o emergencia.
9. Bajo rendimiento por la no adaptación o deficiencia del material genético utilizado.
10. Retraso en la cosecha por riesgos no amparados que ocasionen sobre maduración o caída del producto.
11. Daños a cultivos diferentes a los indicados en la carátula de la póliza.
12. Obstrucción del drenaje, falta de mantenimiento o mal manejo del sistema de riego, que ocasione daños por déficit o exceso de humedad o inundación.
13. Inundación o exceso de lluvias en cultivos establecidos en zonas húmedas (pantanosas o encharcadizas) naturales o artificiales.
14. Cualquier tipo de pérdida consecuencial, es decir, aquellos que no sean consecuencia inmediata y directa del o los riesgos protegidos.
15. Cualquier causa no especificada como "riesgo cubierto" en la carátula de la póliza o bajo convenio expreso.
16. Alborotos populares, conmoción civil, vandalismo, daños por actos de personas mal intencionadas y accidentes causados por energía nuclear.
17. Destrucción de los bienes por actos de autoridad legalmente reconocida con motivo de sus funciones.

18. Terrorismo. Entendido para efectos de esta póliza de aseguramiento: a) los actos de una persona o personas que por sí mismas, o en representación de alguien o en conexión con cualquier organización, realicen actividades por la fuerza, violencia o por la utilización de cualquier otro medio con fines políticos, religiosos, ideológicos, étnicos o de cualquier otra naturaleza, destinados a influenciar o presionar al gobierno para que tome una determinación, o tratar de menoscabar la autoridad del estado; b) las pérdidas o daños materiales directos o indirectos que, con un origen mediato o inmediato, sean el resultante del empleo de explosivos, sustancias tóxicas, armas de fuego o por cualquier otro medio violento, en contra de las personas, de las cosas o de los servicios públicos y que, ante la amenaza o posibilidad de repetirse, produzcan alarma, temor, terror, zozobra en la población o en un grupo o sector de ella, para perturbar la paz pública.
19. Erupción volcánica, terremoto, impacto de vehículos y naves aéreas.

IV. Cláusula de Definiciones

Arraigo.- Fijación fuerte, firme y duradera de la planta al suelo

Ajuste de Siniestro.- Actividades de campo realizadas por la Compañía en conjunto con el Asegurado/Tomador en atención a un Aviso de Siniestro, derivado de la presencia de un riesgo cubierto en la póliza.

Asegurado/Tomador.- Es la entidad que contrata el seguro y que está obligado al pago de la prima.

Aviso de Siniestro.- Es la comunicación oportuna a la Compañía por parte del Asegurado/Tomador de la presencia o manifestación de cualquiera de los riesgos descritos en la póliza cuya ocurrencia guarda relación, en principio, con la activación de un pago indemnizatorio. El Aviso de Siniestro debe presentarse dentro de los tiempos estipulados en este documento.

Cultivo de Secano.- Sistema de producción que para suplir los requerimientos hídricos del cultivo está sujeto a la cantidad y distribución de las lluvias durante todo el ciclo productivo.

Cultivo Transitorio o de Ciclo Corto.- Cultivo cuyo ciclo productivo que desde la siembra hasta la cosecha no supera un año.

Desarraigo.- Desprendimiento total o parcial de las plantas del suelo.

Descalce.- Quedar parte de las raíces de una planta al descubierto.

Deshidratación.- Pérdida de agua en los tejidos de una planta.

Establecimiento.- Situación en donde la planta desarrolla raíces en el sitio definitivo y donde se adapta a las condiciones de suelo, clima y ambiente.

Indemnización.- Pago que realiza la Compañía al Asegurado/Tomador o beneficiario designado en la póliza a consecuencia de pérdidas o daños al cultivo asegurado por la ocurrencia de riesgos amparados.

Marchitez.- Situación extrema durante la cual las células de una planta pierden turgencia, que se manifiesta porque las hojas, flores y los tallos jóvenes aparecen flácidos o doblados.

Punto de Muestreo.- Es un segmento o sección de la Unidad de Producción o del área afectada en el cual se realiza la evaluación de los daños o estimación de rendimientos que le permite a la Compañía determinar la afectación o no de la cobertura del seguro.

Rendimiento.- Es la producción del cultivo asegurado expresada en kilogramos o unidades de producto por hectárea.

Rendimiento Obtenido.- Es la producción del cultivo asegurado expresada en kilogramos o unidades de producto por hectárea calculado con base en los muestreos de campo en la Unidad Asegurada.

Rendimiento Protegido.- Es la producción del cultivo asegurado expresada en kilogramos o unidades de producto por hectárea asentado en la carátula de la póliza.

Riesgo.- Es la probabilidad de ocurrencia de un siniestro. Es la posibilidad de que el bien asegurado sufra el siniestro previsto en las condiciones de póliza. Es el suceso incierto, futuro y susceptible de ser valorado.

Siniestro.- Momento en el que se materializa el riesgo en el cultivo asegurado y da lugar a una reclamación en virtud de la póliza de seguro.
Suma Asegurada.- Es la máxima obligación de la Compañía con relación al bien asegurado, la cual aparece en la carátula de la póliza.
Suma Asegurada por Hectárea.- Es la máxima obligación de la Compañía por unidad de superficie con relación al bien asegurado, la cual aparece en la carátula de la póliza y es considerada para calcular la indemnización.
Tendedura.- Es el estado físico del cultivo en el cual los tallos y las plantas se doblan o quiebran, perdiendo su posición normal.
Unidad Asegurada.- Superficie de terreno geográficamente delimitada con una resolución espacial de 8 km x 8 km que aparece identificada en la relación anexa a la póliza y contiene Unidades de Producción sembradas y arraigadas de un mismo cultivo, grado de tecnificación (tradicional o tecnificado) y modalidad de suministro de agua (riego o secano).
Unidad de Producción.- Toda superficie compacta de terreno sembrada y arraigada con un mismo cultivo, grado de tecnificación (tradicional o mecanizado) y modalidad de suministro de agua (riego o secano), que presente colindancias específicas y permanentes y es considerada como Sitio de Muestreo.
Zonas Pantanosas o Encharcadizas.- Porción del terreno, distinto de un río, lago o laguna, en el que se acumula y estanca agua dulce, salada o salobre de forma natural o artificial y cuyo exceso de humedad afecta los procesos biológicos.

V. Cláusula de Garantías

Los compromisos del Asegurado con el bien asegurable son los siguientes:

1. Proporcionar en la solicitud de aseguramiento y en la declaración del estado del riesgo, datos veraces para la contratación del seguro, apreciación y ajuste del riesgo.
2. Dar facilidades al personal de la Compañía y a la institución que le proporcione el servicio de reaseguro, para que inspeccionen a su entera satisfacción los cultivos objeto del seguro.
3. Que el cultivo esté establecido y que se realicen en forma oportuna y adecuada los trabajos inherentes a la explotación y conservación del bien asegurado.
4. El pago de la prima siempre y cuando la Compañía haya aceptado el riesgo formalmente a través de la carta de cobro.
5. Hacer todo cuanto esté a su alcance para evitar o disminuir el daño.
6. Presentar a la Compañía en la forma y plazo establecido, los avisos de siniestro establecidos en este Condicionado General.
7. Informar por escrito a la Compañía de los seguros de igual naturaleza que contrate sobre el mismo interés, dentro del plazo de 10 días hábiles contados a partir de la celebración de ese o esos seguros.

El incumplimiento de estas garantías dará lugar a la terminación automática de la póliza de seguros, o a la reducción o negativa de la indemnización que hubiese procedido en los términos de este Condicionado General.

VI. Cláusula de Primer Riesgo

La Compañía y el Asegurado/Tomador acuerdan que en caso de indemnización, la Compañía pagará hasta el límite de la Suma Asegurada a Primer Riesgo que se indica en la carátula de la póliza.

VII. Cláusula de Vigencia

La vigencia del seguro inicia y concluye en las fechas que se indican expresamente en la carátula de la Póliza.
La fecha de finalización de vigencia es calculada sumando a la última fecha de siembra, establecimiento o trasplante del período del ciclo de siembra, los días del ciclo vegetativo que establezca la Compañía para cultivos transitorios.
De igual forma se dará la terminación automática sin necesidad de enviar una notificación en tal sentido al Asegurado/Tomador cuando:

- Se concluyan las labores de cosecha del ciclo de siembra;
- En los casos de destrucción del cultivo;
- Por abandono del cultivo en cualquiera de sus etapas de desarrollo;
- El cultivo haya sido desprendido del suelo o el fruto de la planta.

VIII. Cláusula de Prima del Seguro

La prima corresponde al costo del seguro y figura en la carátula de la póliza. Deberá ser pagada por el Asegurado/Tomador en las oficinas de la Compañía o en el lugar que ésta indique expresamente, en el plazo que la Compañía indique, contados a partir del día siguiente al de la aceptación del riesgo.
La falta de pago de la prima en los plazos señalados, dará lugar a la terminación automática del contrato de seguro por mora en el pago de la misma.

IX. Cláusula de Endosos

El Asegurado/Tomador podrá solicitar modificación de la Póliza y deberá solicitarlo por escrito a la Compañía y ésta procederá a otorgarlo o negarlo.
Si durante la vigencia de la presente póliza la Compañía determina que hay lugar a modificaciones originadas por las inspecciones al riesgo, se informará al Asegurado/Tomador y se procederá con la modificación. En caso de no existir aceptación por parte del Asegurado/Tomador, se procederá a terminar el contrato de seguro.

X. Cláusula de Avisos de Siniestros

El Asegurado/Tomador tendrá la obligación de reportar la ocurrencia de cualquier evento en la Unidad Asegurada relacionado con los riesgos cubiertos en la póliza y provoquen:

a) Que el cultivo sea afectado de manera irreversible y pierda su capacidad de producción, o bien,
b) Se estime que el Rendimiento promedio a obtener sea inferior al Rendimiento Protegido señalado como cubierto en la carátula de la Póliza.

Específicamente para los riesgos de Avalancha, Deslizamiento, Granizo, Helada e Inundación se considerará procedente el aviso cuando la afectación en el cultivo haya sido en una superficie compacta superior al 10% de la superficie sembrada en la Unidad Asegurada.
Se entenderá como superficie compacta al área de cultivo correspondiente a una o varias Unidades de Producción que se encuentren colindantes.
El aviso deberá presentarse por escrito, por correo electrónico o por teléfono en el formato establecido por la Compañía dentro de los 7 días hábiles siguientes a la fecha en que ocurra el siniestro o sean evidentes los daños causados por alguno de los riesgos cubiertos.
En ningún caso el Asegurado/Tomador podrá permitir que se remueva parte o el total del área cultivada sin antes haberse realizado la visita de campo por parte de la Compañía, dentro del plazo establecido en la Cláusula de Inspecciones.

El incumplimiento de la presentación del aviso de siniestro por parte del Asegurado/Tomador, será considerado por la Compañía como la aceptación de no afectación del cultivo asegurado por alguno de los riesgos cubiertos por la presente póliza y cesará la responsabilidad de la Compañía frente al Asegurado/Tomador.

XI. Cláusula de Inspecciones

La Compañía se reserva el derecho de realizar las inspecciones necesarias en todas y cada una de las Unidades Aseguradas. Por su parte, el Asegurado/Tomador se obliga a facilitar la realización de las mismas que a juicio de la Compañía se requieran y a hacer lo que esté a su alcance para proporcionar la información que le sea solicitada al momento de realizar la inspección. En caso que el Asegurado/Tomador impida o no facilite la realización de la inspección o no proporcione la información solicitada, cesarán todas las responsabilidades de la Compañía frente al Asegurado/Tomador.

La Compañía programará la visita de inspección de evaluación de daños y ajuste de siniestro previa comunicación con el Asegurado/Tomador. En caso que éste no pueda acompañar la visita, podrá designar a un tercero mediante comunicación formal en la cual indicará que autoriza el acompañamiento, firmando el acta de la visita y dando total validez al ajuste del siniestro.

En caso de siniestro, la Compañía verificará la causa del daño y la magnitud del mismo en un plazo no mayor de 15 días hábiles a partir de la recepción del aviso de siniestro.

Dependiendo de la etapa fenológica del cultivo, se procederá a la estimación del rendimiento o determinación del daño. En caso que esta determinación no sea posible a consecuencia del estado fenológico prematuro del cultivo, la inspección se hará hasta un momento próximo a la cosecha.

En tanto no concluyan los plazos que tiene la Compañía para atender los avisos, ningún cultivo asegurado podrá ser destruido o utilizado con otro fin distinto al original, hasta que la Compañía haya efectuado la inspección correspondiente. El incumplimiento de esta obligación por parte del Asegurado/Tomador, extinguirá las obligaciones de la Compañía y no procederá devolución de prima alguna.

En todos los casos donde se realice una inspección de campo, se generará un acta de inspección con el registro de las condiciones del cultivo, el Rendimiento Obtenido o en su defecto programará una nueva visita al no contar con los elementos suficientes para cuantificar la pérdida.

El Asegurado/Tomador o su representante deberán participar en las inspecciones que la Compañía practique, y firmar las actas de inspección correspondientes y de no estar de acuerdo con lo asentado en ésta, dejarlo registrado en la misma. La Compañía entregará al Asegurado/Tomador o a su representante, copia del acta respectiva.

La Compañía podrá utilizar como instrumento de verificación o seguimiento de la Unidad Asegurada imágenes satelitales, estaciones meteorológicas o cualquier otro instrumento que permita valorar la presencia y efectos de los daños ocasionados por alguno de los riesgos cubiertos.

Para que exista indemnización, necesariamente el cultivo asegurado debe resultar afectado en la Unidad Asegurada o en una área afectada, según sea el caso, por cualquiera de los riesgos amparados en la carátula de la póliza y a su vez esta afectación debe reflejarse que el Rendimiento Obtenido está por debajo del Rendimiento Protegido.

XII. Cláusula de Procedimiento de Evaluación de Daños

La evaluación del daño se realizará por Unidad Asegurada para los riesgos de Sequía o Deficiencia de Lluvia; Exceso de Lluvia y Vientos Fuertes, y por área afectada dentro de la Unidad Asegurada para los riesgos de Avalancha, Deslizamiento, Granizo, Helada e Inundación conforme a lo siguiente:

1. La Compañía determinará de manera aleatoria los sitios de muestreo (Unidades de Producción) dentro de la Unidad Asegurada necesarios para realizar la evaluación del daño para los riesgos de Sequía o Deficiencia de Lluvia; Exceso de Lluvia y Vientos Fuertes. Dependiendo de la superficie sembrada en la Unidad Asegurada, serán cinco (5) sitios si la superficie sembrada es menor o igual a 200 hectáreas y once (11) sitios si la superficie es mayor a 200 hectáreas.
2. Para los riesgos de Inundación, Helada, Granizo, Avalancha y Deslizamiento, se realizarán al menos cinco (5) puntos de muestreo aleatorios, dependiendo del grado de afectación y homogeneidad de las condiciones del cultivo, que permitan evaluar los daños y realizar la estimación de rendimiento.
3. Las muestras no serán procedentes cuando se ubiquen en un punto en el que el cultivo:
   - **a)** Sea diferente al asegurado.
   - **b)** No exista.
   - **c)** Hubiera sido abandonado en cualquier etapa del ciclo vegetativo.
   - **d)** Se encuentre cosechado parcialmente.
   - **e)** Se encuentre afectado por un riesgo distinto al protegido o causa especificada en la Cláusula de Exclusiones Generales.
4. En caso de que el sitio de muestreo (Unidades de Producción) se ubique en alguna de las condiciones anteriores, la Compañía desplazará el sitio de muestreo a otro más cercano, que en dirección a la línea media de la Unidad Asegurada reúna las características para la toma de muestras.
5. En aquellos casos en el que el cultivo haya sido cosechado o dispuesto de él totalmente, se considerará sin afectación y por lo tanto, como resultado de muestreo para ese sitio, se tomará el rendimiento medio histórico de la zona.
6. Con base en el rendimiento por hectárea de cada sitio de muestreo, la Compañía determinará el rendimiento por hectárea promedio de la Unidad Asegurada o área afectada, el cual será la base para determinar la procedencia del siniestro.
7. El siniestro será procedente cuando el Rendimiento Obtenido promedio por hectárea en la Unidad Asegurada o área afectada, según el riesgo ocurrido y cubierto, sea inferior al Rendimiento Protegido en la carátula de la Póliza.

XIII. Cláusula de Indemnizaciones

Con base en los resultados de las evaluaciones del daño para el cultivo asegurado, la Compañía indemnizará la Suma Asegurada por Hectárea asentada en la carátula de la póliza por la superficie sembrada o la superficie asignada para la Unidad Asegurada reportada con daño, según sea el caso, dentro de los términos de la cobertura y con sujeción a este Condicionado General, deduciendo aquellos pagos que hayan sido realizados con anterioridad.

Solo para los riesgos de Inundación, Helada, Granizo, Avalancha y Deslizamiento, la Compañía indemnizará la Suma Asegurada por Hectárea por la superficie identificada con daño siempre y cuando esta superficie sea compacta y mayor al 10% de la superficie sembrada de la Unidad Asegurada.

El monto total de las indemnizaciones que se generen en términos de este Condicionado General, en ningún caso excederán la Suma Asegurada a Primer Riesgo asentada en la carátula de la póliza.

XIV. Cláusula de Deducible y Franquicia

En virtud de tratarse de una cobertura catastrófica para los productores de bajos recursos, para los riesgos cubiertos en la presente póliza no aplica un Deducible o Franquicia.

XV. Cláusula de Lugar y Pago de la Indemnización

Las indemnizaciones se pagarán a través de un giro al la cuenta del tomador, en un plazo no mayor de treinta días naturales siguientes a la fecha en la que haya recibido los documentos e información que le permitan conocer el fundamento de la reclamación.

XVI. Cláusula de Terminación Anticipada de Vigencia

Cuando la Compañía revoque unilateralmente la póliza de aseguramiento, lo hará mediante notificación por escrito al Asegurado, que surtirá efectos después de diez (10) días hábiles contados a partir de la notificación. La Compañía tendrá derecho a la parte de la prima por el período en curso en el momento que se cancele el seguro y devolverá al Asegurado la prima no devengada, salvo que haya existido dolo o mala fe, en cuyo caso el Asegurado perderá el derecho a la devolución.

Cuando el Asegurado/Tomador solicite la cancelación de la póliza, lo hará mediante comunicación por escrito a la Compañía; si en el aviso no se especifica la fecha a partir de la cual operará la cancelación, se entiende que la misma tendrá efectos inmediatos. En este caso se dará aplicación al seguro a corto plazo, el cual implica que se le devolverá el 90% de la prima no devengada del tiempo faltante para el vencimiento del seguro, liquidada a prorrata.

Para determinar la prima no devengada se calculará a prorrata de acuerdo al tiempo no consumido.

XVII. Cláusula de Derechos de la Compañía en Caso de Siniestro

Inmediatamente que ocurra una pérdida o daño que pueda acarrearle alguna responsabilidad en virtud de este seguro, la Compañía podrá:

1. Ingresar al sitio donde ocurrió el siniestro para determinar su causa y extensión.
2. Colaborar con el Asegurado/Tomador para examinar, clasificar, avaluar, trasladar o disponer de los bienes asegurados
3. Solicitar información adicional al Asegurado/Tomador en cualquier momento, que permita complementar la evaluación del riesgo o la valoración de las pérdidas.

En ningún caso estará obligada la Compañía a encargarse de la venta de los bienes salvados, ni el Asegurado/Tomador podrá hacer abandono de los mismos a la Compañía.

Las facultades conferidas a la Compañía por esta cláusula podrán ser ejercidas por ella en cualquier momento, mientras que el Asegurado/Tomador no le avise por escrito que renuncia a toda reclamación, o en el caso de que ya se hubiere presentado, mientras no haya sido retirada.

Cuando el Asegurado/Tomador o cualquier persona que actúe en su nombre deje de cumplir los requerimientos de la Compañía o le impida o dificulte el ejercicio de estas facultades, la Compañía deducirá de la indemnización el valor de los perjuicios que tal conducta le haya causado.

XVIII. Cláusula de Pérdida del Derecho a la Indemnización

El Asegurado/Tomador o el Beneficiario perderán el derecho a la indemnización en los siguientes casos:

Además de las causas previstas en este Condicionado General, las obligaciones de la Compañía quedarán extinguidas en los casos siguientes:

1. Cuando se incumpla con alguna de las garantías o suceda alguna de las exclusiones contempladas en este Condicionado General.

2. Cuando se determine que el bien asegurado se encontraba siniestrado con anterioridad a la aceptación del riesgo.
3. Cuando el Asegurado/Tomador renuncie a sus derechos contra los responsables del siniestro.
4. Cuando el daño o pérdida ocurran por un riesgo distinto a los amparados en la Póliza.
5. Si las pérdidas o daños han sido causados intencionalmente por el Asegurado/Tomador o por sus representantes legales, o con su complicidad o con su participación.
6. Cuando la reclamación presentada fuere de cualquier manera fraudulenta, si para respaldar cualquier reclamación hicieren o utilizaren declaraciones falsas o si se emplearen medios o documentos engañosos o dolosos.
7. Cuando al notificar un siniestro, se omitiere maliciosamente informar sobre los seguros coexistentes.

XIX. Cláusula de Notificaciones

Toda notificación a que haya lugar entre las partes respecto de la ejecución de las condiciones estipuladas en el presente Condicionado General se hará por escrito, salvo el aviso de siniestro que puede efectuarse por cualquier medio. Será prueba suficiente de la notificación la constancia de su envío por correo recomendado o certificado dirigido a la más reciente dirección conocida de la otra parte.

XX. Cláusula de Domicilio

Sin perjuicio de las disposiciones procesales, para los efectos relacionados con el presente contrato, se fija como domicilio de las partes la ciudad de_____, en el departamento de _____, República de Colombia.

GOBIERNO DE COLOMBIA MINAGRICULTURA
Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario - **FINAGRO** Carrera 13 Nº 28-17 Pisos 2, 3, 4 y 5
PBX: 3203377 Agrolínea 018000 912219 Bogotá D.C. - Colombia www.finagro.com.co

7.2 Manual de Procedimiento para la Estimación de Rendimientos y Evaluación de Daños del SAC

I. Recepción y Registro de Avisos

El Aviso de Siniestro es el medio a través del cual el Asegurado/Tomador hace del conocimiento de manera formal a la Compañía de Seguros, sobre la ocurrencia del riesgo cubierto.

Además de tener conocimiento de la ocurrencia del riesgo cubierto, los avisos de siniestro le permiten a la Compañía de Seguros programar las inspecciones de campo necesarias para evaluar el daño en el cultivo asegurado.

El Asegurado/Tomador presentará los avisos de siniestro mediante los formatos que para tal fin la Compañía de Seguros tiene establecidos.

El Aviso de Siniestro debe contener como mínimo la siguiente información:

- Datos generales de identificación de la Unidad Asegurada (UA), municipio, nombre del Asegurado/Tomador, número de solicitud y/o de la Póliza de aseguramiento, ciclo de siembra, especificación del bien asegurado (cultivo, grado de tecnificación y modalidad de suministro de agua).
- Datos generales del riesgo presentado, fecha de ocurrencia, superficie afectada, entre otras cosas.

La Compañía de Seguros acusará de recibido el aviso, asignándole un número y asentando la fecha de su recepción.

Para su atención, la Compañía de Seguros verificará que:

- El Asegurado/Tomador sea cliente de la Compañía de Seguros,
- Que se asiente el número de identificación de la UA,
- La prima del seguro se haya pagado en tiempo y forma,
- El riesgo reportado esté amparado en la Póliza de aseguramiento, y
- El riesgo haya ocurrido dentro de la vigencia del seguro.

Si el aviso no cumple alguno de los requisitos anteriores, la Compañía de Seguros lo notificará por escrito al Asegurado/Tomador para los efectos que procedan conforme a las Condiciones Generales de Aseguramiento.
En el caso de que el Aviso de Siniestro sea aceptado, la Compañía de Seguros instrumentará un control físico o electrónico de los avisos para su seguimiento y atención, el cual mantendrá constantemente actualizado.

II. Inspecciones de Campo

Con base en el control de avisos de siniestro, la Compañía de Seguros elaborará un programa de trabajo para su atención, en el que señalará lo siguiente:

- Número de Aviso de Siniestro,
- Fecha de recepción,
- Número de Póliza,
- Nombre del Asegurado/Tomador,

- Cultivo, grado de tecnificación y modalidad de suministro de agua (riego o secano),
- Superficie reportada como afectada/siniestrada,
- Municipio donde se encuentra la superficie reportada,
- Causa del siniestro (riesgo presentado),
- Fecha de ocurrencia del siniestro,
- Fecha límite para su atención, y
- Nombre del Técnico de Campo (TC) asignado para realizar la verificación de los daños.

La Compañía de Seguros evaluará la factibilidad de la atención inmediata del Aviso de Siniestro presentado, analizando entre otras cosas, la causa del evento reportado, la fecha de su ocurrencia y la fecha de presentación del aviso. Esto con la finalidad de determinar la fecha idónea para comisionar al TC para la atención del aviso y de esta forma apoyarlo para que cuente con los elementos necesarios para apreciar y cuantificar de manera satisfactoria la afectación y daño al cultivo asegurado.

Las órdenes de trabajo para los TC se comunicarán mediante escrito, donde se relacionarán los avisos y las fechas límites definidas para su atención. También se adjuntarán copia de los avisos de siniestro programados para su atención, pólizas de seguro y los formatos de las actas de verificación/inspección. Cada TC firmará de recibido y procederá a hacer contacto con el Asegurado/Tomador para programar y estructurar el recorrido de campo para la atención de los avisos de siniestro.

El TC será responsable de la oportuna atención del Aviso de Siniestro. Así mismo, de la completa revisión del expediente operativo, con el fin de contar con la información indispensable para la ubicación de la UA y la apreciación correcta del daño en el cultivo asegurado.

De igual forma, las inspecciones de campo pueden ser con motivo de dar seguimiento al cultivo asegurado o bien, para complementar las derivadas por la atención de avisos de siniestro, en aquellos casos donde no existieron las condiciones para estimar el rendimiento.

II.1. Equipo de Trabajo del Técnico de Campo

Para el cumplimiento de sus funciones, el TC deberá contar con el siguiente equipo de trabajo:

- Vehículo para su transportación,
- Cámara fotográfica,
- GPS (Sistema de Posicionamiento Global),
- Báscula,
- Determinador de Humedad,
- Cinta métrica,
- Calculadora,
- Navaja ,
- Actas foliadas para la atención de los avisos,
- Tabla de números aleatorios, y
- Libreta de campo.

Documentos soportes para la atención del Aviso de Siniestro. (Póliza, relación anexa, plano o polígono de la UA, otros a consideración de la Compañía Aseguradora).

II.2. Objetivo de las Inspecciones de Campo

Las inspecciones de campo originadas por cualquiera de los casos, atención de avisos de siniestro, seguimiento al cultivo asegurado, complementación de las primeras cuando no existieron las condiciones para estimar el rendimiento, tienen como finalidad constatar o verificar:

- Las condiciones físicas del cultivo,
- La ocurrencia del siniestro reportado,
- Evaluar los daños y las circunstancias en que se produjeron,
- Constatar la realización de las labores inherentes al cultivo,
- Estimar el Rendimiento Obtenido del cultivo asegurado, si existen condiciones para su realización, y
- Evaluar la conveniencia de continuar con el proceso productivo del cultivo.

II.3. Preparación para la Atención del Aviso de Siniestro

El TC se coordinará con el Asegurado/Tomador para determinar la fecha en que se realizará la inspección en campo, a efecto de que este último participe en la misma, aporte la información que a su interés convenga y firme el acta de campo correspondiente. El Asegurado/Tomador podrá asistir personalmente o asignar a un representante para que asista al recorrido y acompañe al TC de la Compañía de Seguros.

El TC realizará una completa revisión del expediente operativo, para determinar en primera instancia, si cuenta con la información necesaria para la atención del aviso, verificando entre otras cosas:

- La vigencia de la póliza,
- Que el riesgo reportado se encuentre cubierto,
- Que el (los) cultivo(s) reportados con daño se encuentren asegurados, y
- Que el ciclo de siembra, grado de tecnificación, y modalidad de suministro de agua correspondan al cultivo(s) asegurado(s).

El TC deberá llevar en forma electrónica o impresa la ubicación espacial de la UA, con la finalidad de tener la seguridad de estar evaluando el cultivo en el área cubierta por el seguro.

II.4. Preparación para la Verificación de las Condiciones Físicas del Cultivo

Estas inspecciones pueden derivarse de un monitoreo aleatorio para seguimiento del cultivo asegurado o bien, a consecuencia de la continuación en la atención de algún Aviso de Siniestro, donde a determinados Sitios de Muestreo (SM) en el momento de la atención del aviso, no se tuvieron las condiciones para la valoración de los daños o la estimación de los rendimientos.

Al igual que en el punto anterior, el TC se coordinará con el Asegurado/Tomador para determinar la fecha en que se realizará la inspección en campo, con la finalidad de que participe en la misma, aporte la información que a su interés convenga y firme el Acta de Inspección correspondiente.

El Asegurado/Tomador podrá asistir personalmente o asignar a un representante para que asista al recorrido y acompañe al TC de la Compañía de Seguro.

II.5. Actividades a realizar durante las Inspecciones de Campo

El TC asistirá en tiempo a la cita previamente pactada con el Asegurado/Tomador para atender en campo el Aviso de Siniestro presentado.

El TC explicará brevemente las actividades que se efectuarán para determinar el grado de afectación, si fuera el caso, y/o el rendimiento del cultivo asegurado, describiendo el procedimiento que realizará para la inspección de campo ***("Método de Muestreo con Números Aleatorios. Estimación de Rendimientos y Evaluación de Daños")***. Mostrará los elementos que dan sustento a la inspección que se desarrollará como son: el Aviso de Siniestro, la superficie asegurada, el polígono de la UA previamente obtenido. Solicitará le informen la superficie sembrada del cultivo reportado con siniestro, si fuera el caso. De igual forma el TC solicitará el acompañamiento para la localización de las áreas donde se realizarán los muestreos (SM) dentro de la UA. Los SM serán Unidades de Producción (UP) seleccionadas para realizar las evaluaciones de daño o estimación de rendimientos sembradas con el cultivo asegurado.

Para los riesgos de Inundación, Helada, Granizo, Avalancha y Deslizamiento, se realizarán los muestreos correspondientes (5 u 11) para determinar el rendimiento promedio o grado de afectación, siguiendo el procedimiento descrito en los apartados Determinación de SM (0) y Toma de Muestras (1) de este documento tomado en consideración que el área afectada sea compacta y superior al 10% de la superficie sembrada del cultivo en la UA.

II.5.1. Determinación de Sitios de Muestreo

Se determinarán el número de SM en la UA con base en los siguientes criterios:

- Cinco (05) SM para UA con superficies sembradas del cultivo asegurado menores o iguales a 200 hectáreas.
- Once (11) SM para UA con superficies sembradas del cultivo asegurado mayores a 200 hectáreas.

El TC evaluará el número de muestreos (Segmentos/Puntos de Muestreo) a realizar al interior de cada SM o del área afectada para los riesgos de Inundación, Helada, Granizo, Avalancha y Deslizamiento, dependiendo de la homogeneidad o heterogeneidad de la afectación.

II.5.2. Recorrido a Sitios de Muestreo

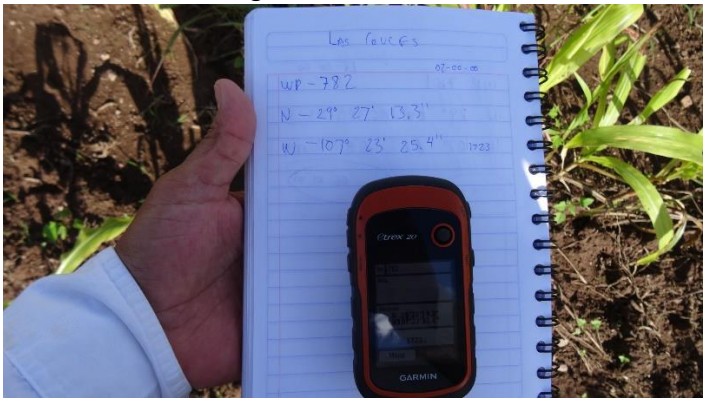
En el recorrido de campo el Técnico procederá a:

1. Identificar que se encuentre en la UA de acuerdo con la información que sea recabada en ese momento con el GPS y/o con la recopilada previamente.
2. Observar las condiciones del cultivo asegurado con la finalidad de tener una imagen general de la UA. Comparará la etapa fenológica y el desarrollo de las plantas con respecto a su fecha de siembra para determinar si hay consistencia en la información y si ésta se realizó dentro del período autorizado para su establecimiento.
3. Al llegar al primer SM, el TC solicitará al Asegurado/Tomador que lo acompañen para realizar el recorrido hacia el interior de éste con la finalidad de verificar las condiciones del cultivo y seleccionar los Segmentos/Puntos de Muestreo.
4. Si en el SM se encuentran evidencias de que el cultivo asegurado fue dispuesto de él antes de la visita y que fue sembrado dentro del ciclo de siembra asegurado en la póliza, se asumirá que no tuvo afectación por ningún riesgo cubierto y por lo tanto, se tomará como resultado del muestreo, el rendimiento medio histórico de la zona.
5. De igual forma si en el SM se encuentran evidencias en el cultivo asegurado de alguna causa que no se encuentre cubierta por el seguro, se seleccionará el SM que se encuentre más próximo en dirección a la línea central de la UA con la finalidad de evaluar el daño o estimar el rendimiento.

II.5.3. Toma de Muestras

Se procederá a seguir lo descrito en el Método de Muestreo con Números Aleatorios cuidando:

1. No considerar los 10 metros iniciales de los surcos/hileras del Sitio de Muestreo (Unidad de Producción) para evitar el efecto "orilla o bordo".
2. De no ser posible la estimación de rendimientos, posponer la evaluación del daño hasta que el cultivo se encuentre en condiciones de realizarse.
3. Constatar la naturaleza del daño y la intensidad del mismo. Determinar los daños ocasionados por los riesgos protegidos y por los riesgos no protegidos, así como su incidencia en el rendimiento final. Establecer la fecha de ocurrencia del siniestro con base en lo declarado por el Asegurado/Tomador, en la secuela de daños, en la sintomatología del cultivo, etc.
4. Realizar el mismo proceso en cada uno de los puntos/segmentos de muestreo determinados en el Sitio de Muestreo (Unidad de Producción) o área afectada y promediar éstos para establecer el rendimiento esperado en cualquiera de éstas.
5. Georreferenciar el Sitio de Muestreo (Unidad de Producción) o área afectada muestreada, tomando su coordenada dentro de la misma, asegurándose de librar el error de precisión del GPS (punto al interior de la Unidad de Producción con un mínimo de 20 metros del perímetro).
6. Proceder a realizar varias tomas fotográficas del Sitio de Muestreo (Unidad de Producción) o área afectada muestreada, siguiendo los siguientes criterios:
   a) La primera al punto de georreferencia, para identificar a que punto de muestreo o Unidad de Producción pertenece esa serie fotográfica.



   b) La segunda en uno de los vértices del Sitio de Muestreo (Unidad de Producción), dirigiéndose hacia el linde izquierdo donde se alcance a apreciar la Unidad de Producción colindante, con la finalidad de tener constancia de las condiciones del mismo (cultivo sembrado, área natural, canal, terreno con labores de preparación, camino, etc.).

c) La tercera hacia el linde derecho (con la misma finalidad anterior)

d) La cuarta dirigida hacia el centro de la Unidad de Producción o área afectada, para tener una toma panorámica.

e) Posteriormente una fotografía a una planta representativa de la parcela muestreada dentro de la Unidad de Producción; una foto entre surcos.

f) Otra toma fotográfica al producto (fruto, flor, semilla, etc.) de esta planta.

g) Tomar las fotos que el Técnico de Campo considere necesarias para evidenciar lo más representativo del Sitio de Muestreo (Unidad de Producción).

h) Finalmente tomar una fotografía a un punto neutro (puede ser el suelo o el cielo) para separar los archivos fotográficos.

i) El Técnico de Campo continuará con el recorrido en la Unidad Asegurada o área afectada con la finalidad de seguir con la evaluación del daño en el resto de los Sitios de Muestreo (Unidades de Producción) determinados. Aplicará el procedimiento anteriormente descrito. De igual forma este recorrido le permitirá evaluar las condiciones del cultivo asegurado reportado con daño y corroborar la superficie sembrada de éste.

II.6. Elaboración del Acta de Inspección

El Acta de Inspección es el documento en el que se describen las actividades realizadas por el Técnico de Campo durante la inspección y los hechos que haya verificado durante el desarrollo de esta actividad.

Mediante el Acta de Inspección se aportan los elementos necesarios a la Compañía de Seguros para dictaminar la procedencia o improcedencia del siniestro y de igual forma, calcular en su caso, la indemnización correspondiente.

El Acta de Inspección deberá contener como mínimo la siguiente información:

- La identificación y ubicación de la Unidad Asegurada;
- La identificación o ubicación del área afectada para los casos de Inundación, Helada, Granizo, Avalancha y Deslizamiento;
- La causa determinante de la afectación y su impacto en la caída de rendimiento;
- Descripción de daños ocurridos al cultivo;
- El porcentaje de daño (en su caso);
- La estimación de rendimiento (en su caso);
- Los resultados de los muestreos realizados para cuantificar la producción; y

Al concluir el Acta de Inspección, el TC recabará las firmas de conformidad de quienes participaron en la inspección y entregará copia del acta al Asegurado/Tomador o su representante. Así mismo, entregará el original del acta y las evidencias fotográficas y georreferencias (archivos electrónicos) a la Compañía de Seguros.

En caso de que exista inconformidad del Asegurado/Tomador respecto al contenido del acta, el TC lo hará constar en la misma, asentando los motivos que manifieste el Asegurado/Tomador respecto a su inconformidad.

Finalmente en caso de supervisión por parte de la Compañía de Seguros, el TC deberá facilitar la libreta de campo donde tenga registrados los datos esenciales de la inspección realizada.

II.7. Dictamen, Elaboración de Ajuste de Daños y Pago de Indemnización

II.7.1. Dictamen de Actas

El dictamen tiene por objeto determinar la procedencia o improcedencia del siniestro y sus fundamentos, para lo cual continuará con el siguiente procedimiento:

1. La Compañía de Seguros recibirá por parte del Técnico de Campo las actas de inspección inmediatamente después de su elaboración y las registrará en el control diario.
2. La Compañía de Seguros dictaminará cada Acta de Inspección, para lo cual verificará que:
   - Contenga número de acta y fecha de elaboración correcta.
   - Corresponda a un Aviso de Siniestro presentado por el Asegurado/Tomador.
   - La información general del Acta de Inspección pertenezca a la contenida en la Póliza de aseguramiento y en el Aviso de Siniestro.
   - Se refiera al ciclo de siembra, grado de tecnificación y modalidad de suministro de agua del cultivo asegurados en la póliza.
   - La superficie atendidas corresponda con la del aviso.
   - Se identifique la naturaleza, causa y fecha del siniestro.
   - Se asiente la producción estimada, en su caso.

- Se asiente el porcentaje de daño determinado.
- Los Sitios de Muestreo estén georreferenciados.
- Contenga las firmas de los participantes.

3. Cuando el rendimiento estimado, tomando en consideración el resultado de la estimación de rendimientos de la totalidad de inspecciones realizadas en la Unidad Asegurada, sea inferior al Rendimiento Protegido en la póliza de aseguramiento y por lo cual se considere la Pérdida Total de ésta, se procederá a realizar el cálculo de la indemnización.
4. La Pérdida Parcial existirá cuando sea constatada la afectación al cultivo asegurado y el Rendimiento Obtenido en la Unidad Asegurada o área afectada sea superior al Rendimiento Protegido, en cuyo caso no se genera indemnización alguna.

II.7.2. Ajuste de daños

El ajuste es el procedimiento mediante el cual se determina el monto de la indemnización que corresponde a los daños ocasionados por la ocurrencia de un riesgo protegido, el cual se deberá realizar conforme a lo siguiente:

- Verificar que la póliza de seguro se encuentre pagada.
- Determinar el monto de la indemnización mediante el resultado del importe de la suma asegurada por hectárea por la superficie del cultivo asegurado determinada como sembrada y con Pérdida Total en la Unidad Asegurada o área afectada.
- Cuidar que el monto de la indemnización en ningún caso supere el total de la Suma Asegurada a Primer Riesgo, tomando en cuenta las indemnizaciones que hayan sido realizadas con anterioridad.
- El ajuste se elaborará en dos tantos, uno para el Asegurado/Tomador y el otro para el expediente de la Compañía de Seguros.
-

II.7.3. Pago de indemnización

La Compañía de Seguros pagará la indemnización correspondiente al Asegurado/Tomador al concluir el ajuste de daños.

La Compañía de Seguros elaborará el registro de siniestros correspondiente y la póliza de cheque a nombre del Asegurado/Tomador. De igual forma elaborará el recibo de pago de indemnización y el finiquito correspondiente. Contra el pago de la indemnización el Asegurado/Tomador deberán firmar la póliza de cheque y el recibo de pago de indemnización y finiquito. Se entregará copia de dicha documentación al Asegurado/Tomador y se integrará una copia en el expediente original.

7.3 Método de Muestreo con Números Aleatorios. Estimación de Rendimientos y Evaluación de Daños

Uno de los procesos más importantes para los diferentes cultivos sembrados es *la evaluación de daños y estimación de rendimientos*. Si bien existen diferentes métodos para realizar ese proceso, en este documento, se da a conocer de forma práctica uno de ellos que es conocido como, el *Método de Muestreo con Números Aleatorios (MMNA)*. El propósito es que este método sea implementado como una herramienta de trabajo que le permita al Técnico de Campo (TC) de la Compañía de Seguros, desarrollar con eficiencia y eficacia los trabajos habituales de evaluación de daños y estimación de rendimiento para cualquier cultivo, reduciendo las diferencias que pudieran existir entre las estimaciones y los resultados finales.
Para su implementación es importante contar con la siguiente información:

- Superficie a Inspeccionar,
- Topografía del terreno, y
- Homogeneidad del cultivo.

De igual forma, el TC requiere contar con el siguiente equipo de trabajo para el desarrollo de las actividades:

- Cinta Métrica,
- Odómetro,
- Báscula,
- Calculadora,
- Navaja,
- Libreta de campo,
- Manual de Procedimientos para la Estimación de Rendimientos y Evaluación de Daños del SAC,
- GPS, y
- Cámara fotográfica.

1) Establecimiento de Sitios de Muestreo en la Unidad Asegurada

La Unidad Asegurada (UA) se define como la superficie de terreno geográficamente delimitada con una resolución de 8 x 8 km que aparece identificada en la relación anexa a la póliza, que contiene Unidades de Producción (UP) sembradas y arraigadas con un mismo cultivo, grado de tecnificación (tradicional o mecanizado) y modalidad de suministro de agua (riego o secano).

El primer paso para realizar las inspecciones de campo es, realizar un recorrido a la UA con la finalidad de obtener información sobre las condiciones del cultivo objeto de la inspección y las características físicas del área de cultivo.

A partir del recorrido se identifican las UP que pudieran ser consideradas para fines de muestreo y a los que llamaremos *sitios de muestreo (SM)*. Estos SM también pueden ser seleccionados si se cuenta con un mapa o croquis de la UA y las personas que acompañan al TC en la inspección, conocen la ubicación en general de las UP donde se encuentra establecido el cultivo asegurado.

La cantidad de los SM se determina a partir del área sembrada del cultivo en la UA, de la homogeneidad o heterogeneidad del desarrollo del cultivo, de las condiciones físicas de éste y de la distribución de los UP dentro de la UA:

- *5 sitios de muestreo*: si el cultivo es homogéneo o la superficie sembrada es menor o igual a 200 hectáreas.
- *11 sitios de muestreo:* si el cultivo es notoriamente heterogéneo o la superficie sembrada es mayor a 200 hectáreas.

Una forma para determinar los SM en la UA reportada con afectación, es mediante la aplicación del MMNA. Como primer paso se realizará la selección aleatoria de cinco puntos en la línea base de la UA, a partir de los cuales se trazarán líneas imaginarias perpendiculares a esta línea base, en donde se identificarán los SM (5 u 11) dependiendo de la cantidad de superficie sembrada. Para tal fin, en la siguiente tabla de números aleatorios se seleccionan los factores que se utilizarán para ser aplicados a la longitud de la línea base de la UA (equivalente a 8 km) a partir de su vértice inferior izquierdo. El resultado de la aplicación de los factores a la longitud de la línea base indicará la distancia a partir del vértice donde se iniciará la línea transversal y se seleccionarán los SM.

Se elige cualquier número entre el número 1 y 31 de la columna identificada como "DIA" y se sugiere utilizar el número del día en la cual se realiza la inspección (Tabla IX).

Tabla IX. Tabla de Números Aleatorios.

DÍA	NÚMEROS ALEATORIOS				
	FACTOR 1	FACTOR 2	FACTOR 3	FACTOR 4	FACTOR 5
1	0.17	0.31	0.53	0.68	0.83
2	0.11	0.31	0.48	0.72	0.90
3	0.12	0.30	0.47	0.70	0.88
4	0.12	0.29	0.55	0.70	0.92
5	0.13	0.30	0.50	0.69	0.96
6	**0.15**	**0.33**	**0.52**	**0.69**	**0.89**
7	0.04	0.34	0.50	0.72	0.90
8	0.10	0.31	0.50	0.71	0.89
9	0.08	0.25	0.45	0.74	0.85
10	0.07	0.26	0.49	0.73	0.90
11	0.09	0.29	0.49	0.66	0.88
12	0.12	0.34	0.46	0.74	0.95
13	0.11	0.26	0.51	0.61	0.90
14	0.10	0.24	0.49	0.69	0.88
15	0.09	0.32	0.54	0.70	0.90
16	0.02	0.32	0.51	0.67	0.88
17	0.12	0.35	0.50	0.70	0.87
18	0.11	0.29	0.48	0.74	0.95
19	0.10	0.32	0.48	0.77	0.88
20	0.13	0.31	0.45	0.68	0.88
21	0.13	0.28	0.46	0.68	0.88
22	0.06	0.31	0.43	0.71	0.81
23	0.10	0.31	0.46	0.74	0.89
24	0.11	0.30	0.50	0.75	0.88
25	0.09	0.30	0.48	0.66	0.94
26	0.13	0.29	0.49	0.75	0.86
27	0.10	0.24	0.45	0.72	0.87
28	0.15	0.33	0.47	0.68	0.89
29	0.15	0.23	0.52	0.75	0.90
30	0.14	0.30	0.50	0.73	0.87
31	0.02	0.22	0.49	0.69	0.93

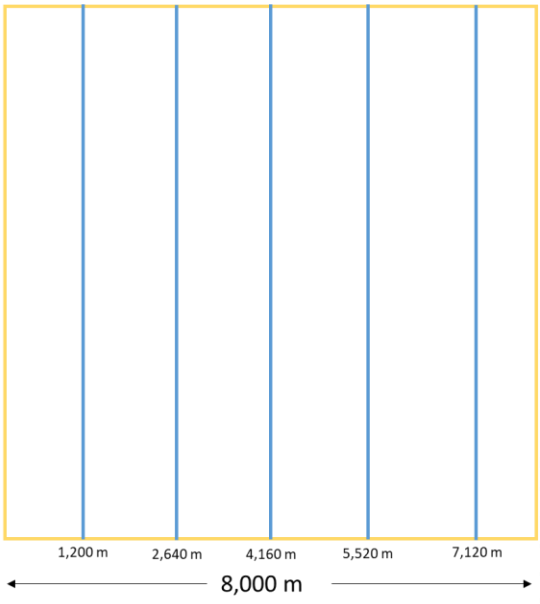
A manera de ejemplo se toma el día 6 como fecha de la inspección y el resultado se muestra en la siguiente tabla.

Tabla X. Factores obtenidos de Tabla de Números Aleatorios considerando el día 6 como fecha de inspección.

DÍA	NÚMEROS ALEATORIOS				
	FACTOR 1	FACTOR 2	FACTOR 3	FACTOR 4	FACTOR 5
6	0.15	0.33	0.52	0.69	0.89

Con los factores de la tabla anterior, se multiplica cada uno de ellos, por la longitud de la línea base de la UA, para determinar el punto a partir de donde iniciarán las líneas transversales para ubicar los SM (5 u 11).

El resultado del ejemplo determina la distancia a partir del vértice, donde se establecerán las líneas transversales para seleccionar los SM y corresponden a: 1,200; 2,640; 4,160; 5,520 y 7,120 m (Figura 54).



Línea Transversal	Factor Aleatorio del Día 6	Longitud Línea Base de UA (m)	Distancia del vértice de la UA (m)
1	0.15	8,000	1,200
2	0.33	8,000	2,640
3	0.52	8,000	4,160
4	0.69	8,000	5,520
5	0.89	8,000	7,120

Figura 54. Identificación de Líneas Transversales donde se seleccionarán los SM.

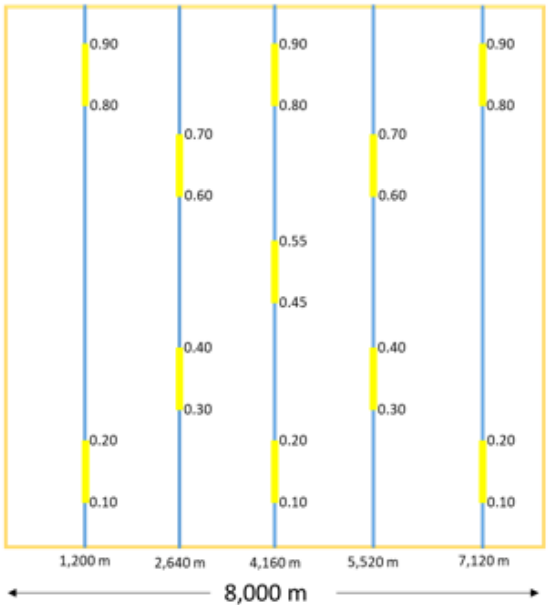
A continuación se ubican las secciones en cada línea transversal donde se situarán los SM (5 u 11 a partir de la superficie sembrada del cultivo asegurado en la UA). Para tal fin se multiplica la longitud de la línea transversal por los factores que aparecen en la Tabla XI. En la tabla aparecen los factores para los 11 SM y señalados con fondo verde, los que corresponden a los 5 SM, si así fuese el caso.

Tabla XI. Factores para establecer las secciones donde se elegirá la Unidad de Producción más representativa para cada SM.

Tabla de Factores		
Sitio de Muestreo (SM)	Línea Transversal	Factores
1	1	0.10 - 0.20
2	1	0.80 - 0.90
3	2	0.30 - 0.40
4	2	0.60 - 0.70
5	3	0.10 - 0.20
6	3	0.45 - 0.55

7	3	0.80 - 0.90
8	4	0.30 - 0.40
9	4	0.60 - 0.70
10	5	0.10 - 0.20
11	5	0.80 - 0.90

En la Figura 55, se muestran los resultados de la aplicación de los factores para identificar las secciones en cada línea transversal, a partir de los cuales se selecciona, para cada uno de ellos, los SM, determinando la UP más representativa de las condiciones del cultivo del área aledaña a cada sección. En cada UP seleccionada se ubican los Segmentos/Puntos de Muestreo para la evaluación del daño y estimación del rendimiento del cultivo asegurado.

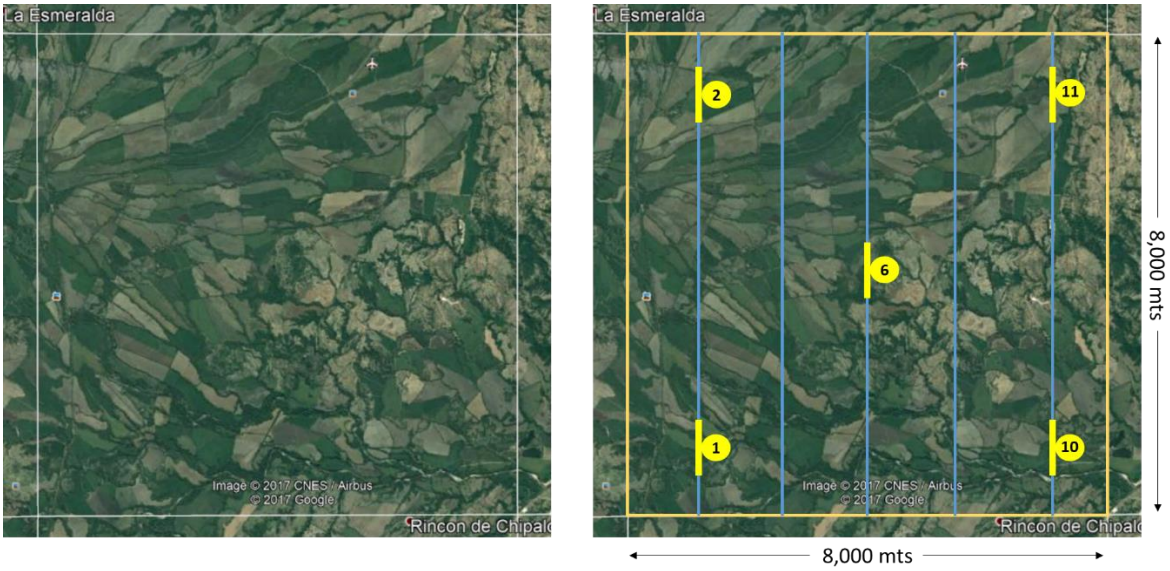


Segmentos para Selección de las Unidades de Producción

Sitio de Muestreo (SM)	Línea Transversal	Factores	Longitud Línea Transversal (m)	Segmento para Selección de UP (m)
1	1	0.10 - 0.20	8,000	800 a 1,600
2	1	0.80 - 0.90	8,000	6,400 a 7,200
3	2	0.30 - 0.40	8,000	2,400 a 3,200
4	2	0.60 - 0.70	8,000	4,800 a 5,600
5	3	0.10 - 0.20	8,000	800 a 1,600
6	3	0.45 - 0.55	8,000	3,600 a 4,400
7	3	0.80 - 0.90	8,000	6,400 a 7,200
8	4	0.30 - 0.40	8,000	2,400 a 3,200
9	4	0.60 - 0.70	8,000	4,800 a 5,600
10	5	0.10 - 0.20	8,000	800 a 1,600
11	5	0.80 - 0.90	8,000	6,400 a 7,200

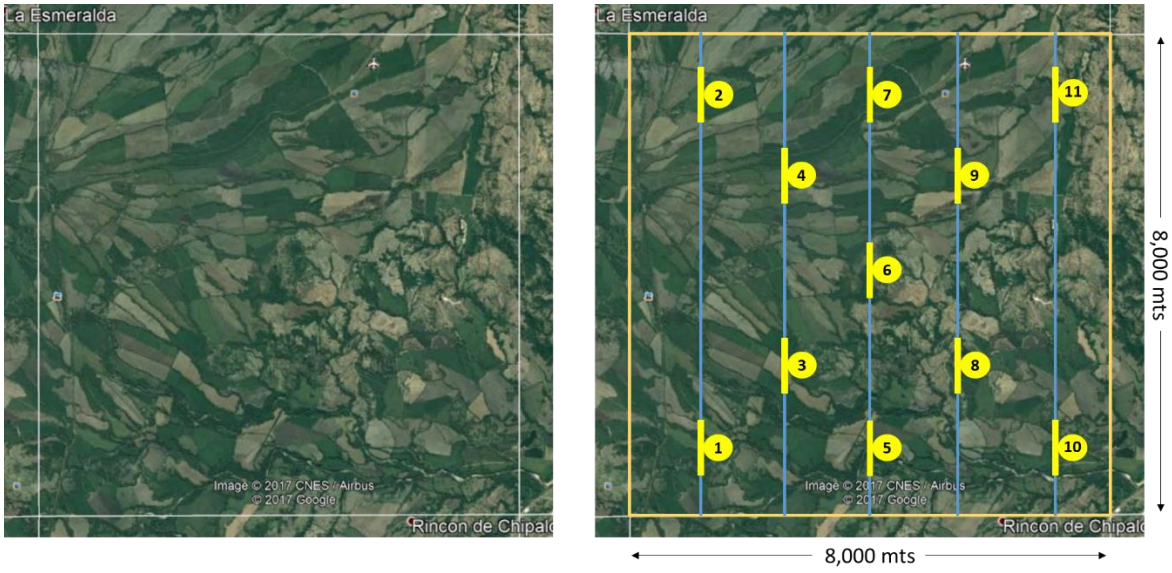
Figura 55. Identificación de secciones donde se seleccionarán los SM.

En las siguientes figuras se muestra la aplicación de este procedimiento en la UA #23869 del departamento de Tolima, para la ubicación de cinco SM (Figura 56) y once SM (Figura 57Figura 56).



Distribución de SM en UA con superficie sembrada del cultivo asegurado menor a 200 ha
(Píxel 23869)

Figura 56. Ubicación de cinco SM en la UA #23869 en el departamento de Tolima.



Distribución de SM en UA con superficie sembrada del cultivo asegurado mayor a 200 ha
(Píxel 23869)

Figura 57. Ubicación de once SM en la UA #23869 en el departamento de Tolima.

GOBIERNO DE COLOMBIA
MINAGRICULTURA
Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario - **FINAGRO** Carrera 13 Nº 28-17 Pisos 2, 3, 4 y 5
PBX: 3203377 Agrolínea 018000 912219 Bogotá D.C. - Colombia www.finagro.com.co

2) Determinación de los Segmentos/Puntos de Muestreo en los SM Definidos para Inspección.

Con los resultados obtenidos en la sección anterior, se procede a establecer los Segmentos/Puntos de Muestreo dentro de los SM definidos. Para ello, nuevamente se procede a aplicar el MMNA implementado para la selección de los SM. Este procedimiento puede ser efectuado en cualquier UP seleccionada como SM, sin que la figura geométrica o su topografía, sean impedimento para su ejecución (Figura 58).

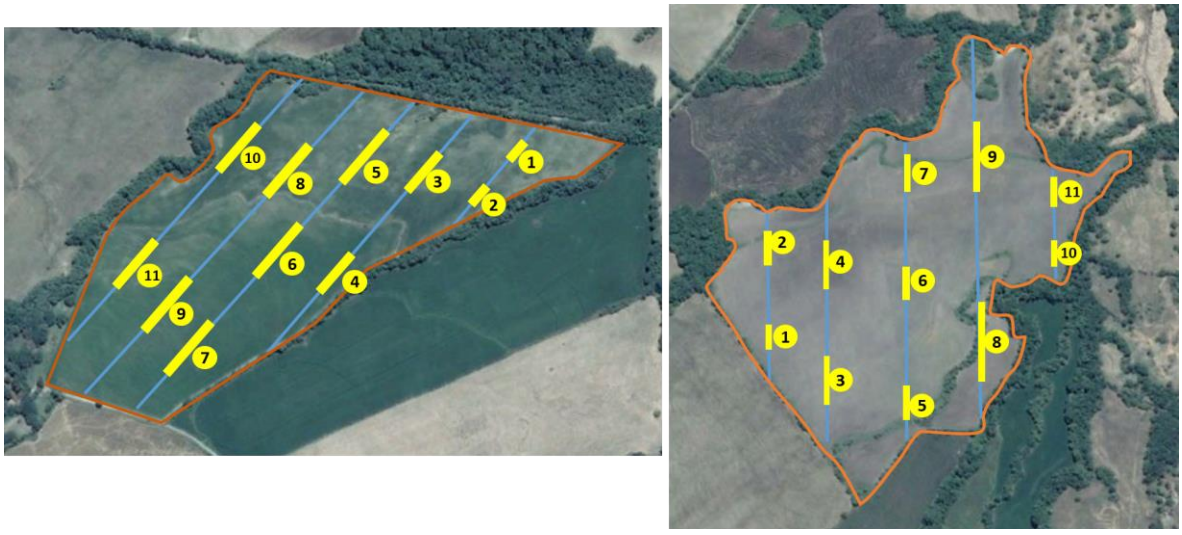


Figura 58. Ubicación de once Segmentos/Puntos de Muestreo en diversos SM de la UA #23869 en el departamento de Tolima.

Al igual que en el paso anterior, es importante realizar un recorrido, pero ahora, dentro la UP elegida como SM. En este momento se debe observar minuciosamente el desarrollo físico y fitosanitario del cultivo, así como las alteraciones que haya sufrido durante su ciclo de desarrollo, como puede ser, la muerte de plantas, la falta de floración, de fecundación o el llenado incompleto del grano, alteraciones que pueden tener su origen en eventos de tipo climatológico, fitopatológico o de cualquier otra índole.

a) Dimensiones de la Unidad de Producción (tamaño y forma),
b) Distancias entre surcos o hileras, así como la longitud y cantidad de éstos,
c) Intensidad o magnitud de los daños existentes,
d) Homogeneidad o heterogeneidad de las condiciones físicas del cultivo, y
e) Densidad de población, entre otras cosas.

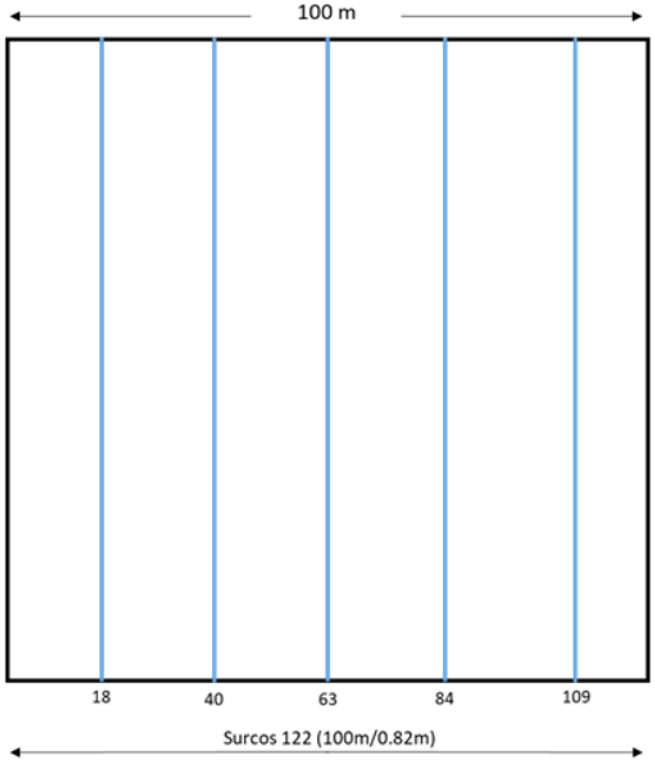
3) Establecimiento de los Segmentos/Puntos de Muestreo

Se determina aleatoriamente los surcos/hileras en donde se establecerán los Segmentos/Puntos de Muestreo con la Tabla de Números Aleatorios (Tabla IX).

a) Se sugiere elegir nuevamente los factores que correspondan al día en el cual se realiza la inspección. En el caso del ejemplo, se trata del día 6 (Tabla X).

GOBIERNO DE COLOMBIA MINAGRICULTURA
Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario - **FINAGRO** Carrera 13 Nº 28-17 Pisos 2, 3, 4 y 5
PBX: 3203377 Agrolínea 018000 912219 Bogotá D.C. - Colombia www.finagro.com.co

b) Una vez obtenidos los factores, se multiplica a cada uno de ellos por el número de surcos o hileras que se tienen en la Unidad de Producción (primer SM). El número de surcos o hileras se obtiene dividiendo la longitud perpendicular al trazo de los surcos/hileras de la UP, base de la figura del mismo, entre la distancia o separación de cada uno de ellos. Para efectos del ejemplo, se determinaron 122 surcos o hileras (100 m de la base de la Figura 54, entre 0.82 m de ancho del surco o distancia entre ellos).



Surco	Factor Aleatorio del Día 6	Número de Surcos (Base Figura)	No. de Surco a Muestrear
1	0.15	122	18
2	0.33	122	40
3	0.52	122	63
4	0.69	122	84
5	0.89	122	109

Figura 59. Identificación de los surcos/hileras donde se realizarán los muestreos.

El resultado para este ejemplo determina que en los surcos o hileras número 18, 40, 63, 84 y 109, se establecerán los Segmentos/Puntos de Muestreo (Figura 59). Es importante mencionar que en este punto, el número de Segmentos/Puntos de Muestreo que se determinen, 5 u 11, dependerá de la homogeneidad o heterogeneidad de las condiciones físicas del cultivo. Para tal fin se multiplica la longitud del surco/hilera por los factores de la Tabla XI. Para continuar con el ejemplo, en la siguiente tabla se muestran los resultados de la aplicación de los factores para el primer SM, que permiten conocer los tramos en el surco/hilera donde se realizará la toma de información del cultivo asegurado.

Tabla XII. Localización de los segmentos/puntos de muestreo en el SM.

Segmentos de los Once Puntos				
Punto de Muestreo	# de Surco o Hilera	Factor	Longitud del Surco o Hilera (m)	Segmento a Muestrear (m)
1	18	0.10 - 0.20	100	10 a 20
2	18	0.80 - 0.90	100	80 a 90
3	40	0.30 - 0.40	100	30 a 40
4	40	0.60 - 0.70	100	60 a 70
5	63	0.10 - 0.20	100	10 a 20

6	63	0.45 - 0.55	100	45 a 55
7	63	0.80 - 0.90	100	80 a 90
8	84	0.30 - 0.40	100	30 a 40
9	84	0.60 - 0.70	100	60 a 70
10	109	0.10 - 0.20	100	10 a 20
11	109	0.80 - 0.90	100	80 a 90

En la Figura 8, se muestran espacialmente los Segmentos/Puntos de muestreo del ejemplo que se ha venido desarrollando donde se realizará la evaluación de los daños al cultivo asegurado.

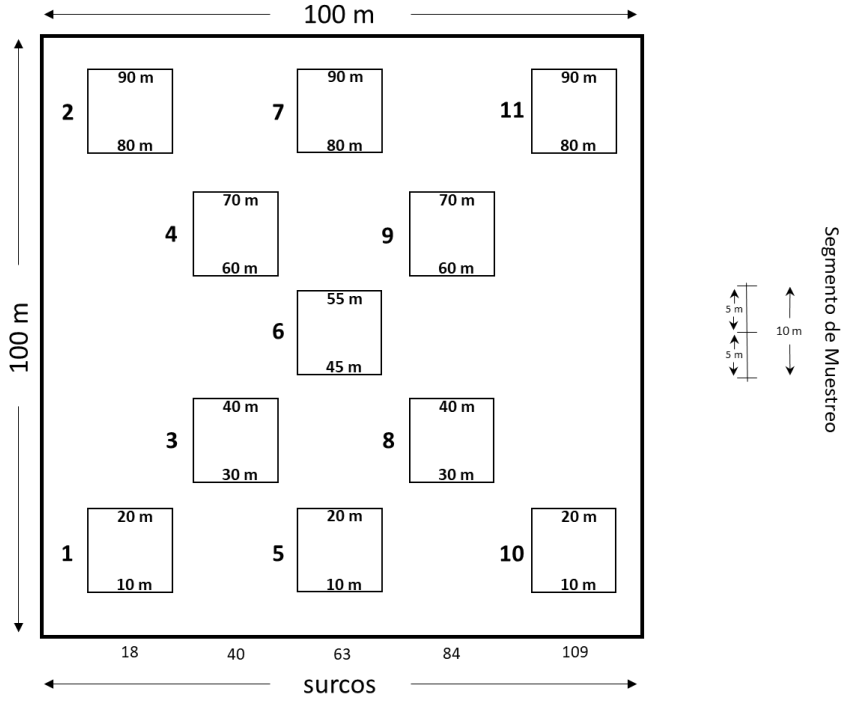


Figura 60. Localización espacial de los segmentos/puntos de muestreo en el SM. Ejemplo para 1-00 ha. de Maíz con dimensiones de 100 X 100 m.

4) Toma de Datos Dentro del Segmento/Punto de Muestreo

En cada uno de los Segmentos/Puntos de Muestreo el Técnico de Campo recabará la información del cultivo que permita conocer:

- Causa de la afectación,
- Fecha de realización del evento,
- Condiciones del cultivo,
- intensidad del daño, y
- Evaluación del daño y de ser posible estimación del rendimiento.

Para cultivos en *etapa vegetativa,* se estima en cada Segmento/Punto de Muestreo la densidad de población existente así como la capacidad productiva del cultivo. Esta última, se determina tomando en cuenta la homogeneidad o heterogeneidad del desarrollo del cultivo, intensidad del daño, así como la capacidad que tiene el cultivo para llegar a floración y fructificación, y finalizar su ciclo de desarrollo y producción.

GOBIERNO DE COLOMBIA MINAGRICULTURA
Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario - **FINAGRO** Carrera 13 Nº 28-17 Pisos 2, 3, 4 y 5
PBX: 3203377 Agrolínea 018000 912219 Bogotá D.C. - Colombia www.finagro.com.co

En caso de constatar en función de las observaciones realizadas, que la intensidad del daño sufrido afectó severamente el desarrollo del cultivo para etapas subsecuentes (floración, llenado de grano, maduración de grano, etc) y que el mismo no concluirá su ciclo productivo, deberá determinar la conclusión del seguro como una pérdida total si el causal es por un riesgo cubierto.

Para cultivos en *etapa reproductiva,* se estima en cada Segmento/Punto de Muestreo la capacidad que tiene el cultivo para llegar a finalizar su ciclo productivo.

En cualquiera de los casos anteriores, se identifica la causa determinante de la afectación o siniestro.

Para realizar la estimación del rendimiento, el TC ubicado en cada uno de los Segmentos/Puntos de Muestreo, debe realizar las siguientes actividades:

1. Medir 10 metros lineales en el Segmentos/Puntos de Muestreo definido.
2. Contabilizar el número de plantas productivas. Para calcular el promedio por metro lineal dividir el resultado entre 10. *(Ejemplo: 50 plantas/10 m = 5 pl/m).*
3. Cuantificar el número de frutos en el Segmentos/Puntos de Muestreo. Para establecer el número de frutos por metro lineal, dividir los frutos contabilizados en las plantas productivas entre 10. *(Ejemplo: 50 frutos de maíz (mazorcas) /10m = 5 mazorcas/m).*
4. Determinar el peso comercial promedio por fruto, ya sea pesando frutos o con información previamente obtenida de la relación granos/gramo. Para fines de este ejemplo, se desgranaron 3 mazorcas de maíz del Segmento/Punto de Muestreo y se pesó el grano, dando como resultado 336 g. *(Ejemplo: 336 g/3 mazorcas = 112 g/mazorca).*
5. Calcular el peso en gramos por metro lineal del primer Segmento/Punto de Muestreo. *(Ejemplo: 5.0 mazorcas x 112 g = 560 g/m).*
6. Estimar la producción por ha para el primer Segmento/Punto de Muestreo.
   (Ejemplo:
   A. 560 g /m x 100 m de longitud del surco = 56,000 g por surco o hilera
   B. 56,000 g por surco x 122 surcos en la UA = 6'832,000 g por hectárea
   C. 6'832,000 g /1,000 g/kg = 6,832.00 kg/ha)

Los pasos anteriores se repetirán para cada uno de los 5 u 11 Segmentos/Puntos de Muestreo definidos para el primer SM. Los resultados del ejemplo, para los 11 Segmentos/Puntos de Muestreo se presentan en la Tabla XIII.

Tabla XIII. Rendimiento estimado para cada Segmento/Punto de Muestreo.

Punto de Muestreo	Rendimientos kg/ha
1	6,832.00
2	3,552.00
3	4,919.00
4	5,621.00
5	2,390.00
6	3,981.00
7	1,726.00
8	2,320.00
9	3,755.00

10	3,920.00
11	5,628.00
Total Kg	**44,644.00**

7. Finalmente se suma la producción obtenida en todos los muestreos (5 u 11) y se divide entre el número de muestreos realizados (5 u 11), para estimar el rendimiento promedio por hectárea para el primer SM.

*Ejemplo: 44,644.00 kg/11 muestras = **4,058.55** kg por hectárea de Rendimiento*

5) Muestreo en el Resto de los SM (Unidad de Producción) de la UA

Los pasos anteriormente descritos a partir de la sección 2 (***Determinación de los Segmentos/Puntos de Muestreo en los SM (Unidad de Producción) a inspeccionar**), se* realizarán para todos y cada uno de los SM establecidos en la UA cuando el siniestro se debió a un riesgo cuyo ajuste se realiza a nivel.

Para los riesgos de Inundación, Helada, Granizo, Avalancha y Deslizamiento, los pasos descritos en la sección anterior, se realizarán para el área afectada.

6) Estimación del Rendimiento en la Unidad Asegurada

Concluido el proceso de estimación de rendimiento en cada uno de los SM, se suma el rendimiento obtenido en cada uno de ellos y se divide entre el número de SM definidos, obteniendo así, el rendimiento promedio de la UA.

7) Resultados Finales

El resultado obtenido a partir del procedimiento descrito, se asentará en el formato de Acta de Inspección o anexo a ésta, previamente determinado por la Compañía de Seguros, el cual deberá ser firmado de conformidad por quienes intervinieron en el proceso de inspección, evaluación de daños y estimación de rendimientos. El Técnico de Campo entregará una copia del Acta de Inspección al Asegurado/Tomador o al representante de éste.

7.4 Nota Técnica, Seguro Agrícola Catastrófico por Índices de Rendimiento

I. Nombre del Producto

Seguro Agrícola Catastrófico por Índices de Rendimiento.

II. Fecha de Elaboración del Producto

30 de noviembre de 2017.

III. Descripción del Producto

RAMO

Agropecuario (22).

Temporalidad del Producto

La temporalidad del plan se inicia y concluye en las fechas que expresamente se indican en la carátula de la póliza. La temporalidad máxima del plan es de un año a partir de la fecha de inicio de vigencia.

Clausula de Aseguramiento

El presente clausulado adicional, el condicionado general y las pólizas que se emitan protegen al cultivo asegurado registrado en la carátula de la póliza, por las pérdidas o daños catastróficos que sufra, determinados a partir de que el Rendimiento Obtenido se encuentre por debajo del Rendimiento Protegido en la Unidad Asegurada, causados directamente por los riesgos señalados como cubiertos en la carátula de la póliza.

Moneda

Pesos Colombianos.

IV. Bases Técnicas

Información Estadística

Como base estadística del riesgo de producción a cubrir, se utilizará la base de datos generada por el Banco Mundial a través de simulaciones biofísicas con base en el modelo MSPEC[86].

Hipótesis Financieras

Al ser un seguro de corto plazo no se considera tasa de interés técnica.

Procedimientos y Fundamentos de la Prima de Riesgo

Como primer paso se calcula el rendimiento por unidad de riesgo y ciclo con la siguiente fórmula:

$$Rto_{ij} = \frac{Prod_{ij}}{SupSemb_{ij}}$$

Donde:

Rto_{ij} es el rendimiento de la unidad de riesgo *i,* para el año *j*.

$Prod_{ij}$ es la producción en kilogramos en la unidad de riesgo *i,* para el año *j*.

$SupSemb_{ij}$ es la superficie sembrada en hectáreas en la unidad de riesgo *i,* para el año *j*.

[86] La Base de Datos de rendimientos simulados forma parte de los entregables del "Proyecto de Aseguramiento Agropecuario de Tipo Catastrófico para Pequeños Productores en Colombia" auspiciado por FINAGRO.

Sean $X_{i_1}, X_{i_2}, \ldots X_{i_{n_i}}$, n_i observaciones sintéticas del rendimiento (*Rto*) en una unidad de riesgo (pixel *i*), la función de distribución probabilística $f_{x_i}(X)$ se ajustará a la función no paramétrica con base en Kernel Gaussiano, la cual está dada como:

$$\hat{f}(Rto) = \frac{1}{n_i}\sum_{j=1}^{n_i} K_h\left(Rto, X_{i_j}\right)$$

En donde:

$K_h\left(Rto, X_{i_j}\right)$: es la función de distribución de probabilidad Gauss o Normal con parámetros X_{i_j} y *h*, esto es:

$$K_h\left(Rto, X_{i_j}\right) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\ hk}\exp\left(-\frac{\left(Rto - X_{i_j}\right)^2}{2(hk)^2}\right)$$

h: es el parámetro de suavizamiento calculado por el método de sustitución de *Sheather* y *Jones*, el cual utiliza estimadores basados en núcleos para obtener estimación de $\int f''$ en:

$$h = \left[\frac{R(\varphi)}{nR\left(\hat{f}''_{g(h)}\right)\left(\int x^2\varphi(x)dx\right)^2}\right]^{\frac{1}{5}}$$

Con:

$$R(\varphi) = \int \varphi^2(x)dx$$

k: es el multiplicador al parámetro de suavizamiento (este parámetro suele ser igual a 1, pero puede ser modificado para suavizar la distribución dependiendo del tamaño de muestra).

φ: es la función de distribución Normal Estándar.

Una vez construida la función de distribución de probabilidad de cada unidad de riesgo en el portafolio (pixel) se procede a generar, a través de Simulación Monte Carlo 5,000 iteraciones del portafolio a evaluar combinando en cada iteración el resultado de todas las unidades de riesgo simultáneamente evaluando en cada iteración si existe siniestro o no en cada unidad de riesgo como sigue:

$$Sin_i = \begin{matrix} 1 & si\ Rto_i < RtoProt_i \\ 0 & en\ otro\ caso \end{matrix}$$

Donde:

Rto_i es el rendimiento simulado para la unidad de riesgo *i*.

$RtoProt_i$ es el rendimiento protegido estipulado en la póliza del seguro para la unidad de riesgo *i*, y

Sin_i es el siniestro en la unidad de riesgo *i*.

De este modo, la Prima de Riesgo (PR) está dada por la suma de las indemnizaciones simuladas en todas las unidades de riesgo dividida entre la Suma Asegurada total del portafolio, es decir:

$$PR_i = \frac{\sum Sin_i * SA_i}{SAT}$$

Donde SA_i es la Suma Asegurada de la unidad de riesgo *i* establecida en la carátula de la póliza, y *SAT* es la Suma Asegurada Total del portafolio.

GOBIERNO DE COLOMBIA MINAGRICULTURA
Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario - FINAGRO Carrera 13 Nº 28-17 Pisos 2, 3, 4 y 5
PBX: 3203377 Agrolínea 018000 912219 Bogotá D.C. - Colombia www.finagro.com.co

Se define como PML (pérdida máxima probable, por sus siglas en inglés) como aquella siniestralidad total de un portafolio cuya probabilidad de ser superada es igual a , de acuerdo a la siguiente expresión.

$$P(S_i \leq PML_i) = 1 - \alpha$$

Donde:

S_i, es la siniestralidad del portafolio *i*.

 La probabilidad con que las indemnizaciones pueden rebasar el estimado por la PML en el portafolio i (5%, 1%, etc.).

Para realizar un adecuado cálculo de la PML, es conveniente tomar en cuenta las correlaciones existentes entre las unidades de riesgo, con el objetivo de considerar la simultaneidad con la que ocurren los siniestros en la realidad. En caso de no considerar las correlaciones se asume que los siniestros ocurren de manera independiente en todas las unidades de riesgo.

Por congruencia con el ajuste de distribuciones de probabilidad no paramétricas (Kernel), la correlación que debe calcularse es la no paramétrica o correlación de rangos de *Spearman*. Existen dos fórmulas para realizar el cálculo de la correlación de *Spearman*, la primera consiste en transformar los datos originales en rangos, es decir, en sus jerarquías, ordenados de mayor a menor, y después aplicar la correlación de Pearson a los rangos o jerarquías como sigue:

$$\rho = \frac{E(\tilde{X}\tilde{Y}) - E(\tilde{X})E(\tilde{Y})}{\sqrt{V(\tilde{X})V(\tilde{Y})}}$$

Donde $\tilde{X}$ es la variable *X* jerarquizada y $\tilde{Y}$ es la variable *Y* jerarquizada.

La simulación utilizará la matriz de correlaciones Spearman entre todas las unidades de riesgo del portafolio. Para calcular la PML al 99% (o cualquier otro porcentaje según sea necesario) se procede a estimar el percentil 99 de las 5,000 iteraciones simuladas.

De esta manera la siniestralidad esperada del portafolio del portafolio está dada por el promedio de todos los escenarios simulados (5,000 iteraciones), esto es:

$$SE = \frac{\sum_{w=1}^{5000} Sin_w}{5{,}000}$$

Donde:

SE=Siniestralidad Esperada

Sin_w= Siniestralidad calculada en la iteración w de la simulación.

A la siniestralidad esperada así obtenida se le añadirá un margen para desviaciones, para obtener la prima de riesgo, esto es:

$$PRT = SE + \delta$$

donde δ es el margen para desviaciones, el cual está definido como sigue:

$$\delta = \frac{PML_{99\%} - SE}{t}$$

De esta forma se estima que en t años la prima de riesgo más el margen serán suficientes para cubrir la PML al 99%.

t = 20 años (este período puede ser ajustado a criterio de la aseguradora).

GOBIERNO DE COLOMBIA MINAGRICULTURA

Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario - **FINAGRO** Carrera 13 Nº 28-17 Pisos 2, 3, 4 y 5
PBX: 3203377 Agrolínea 018000 912219 Bogotá D.C. - Colombia www.finagro.com.co

Procedimientos de la Prima de Tarifa

a) Fórmula de Prima de Tarifa

La prima de tarifa (*PT*) se define como la suma de la prima de riesgo total más el monto correspondiente a gastos administrativos, costo de adquisición, costo de reaseguro de exceso de pérdida y a utilidad a través de la siguiente expresión:

$$PT = PRT + PT\beta + PT\lambda + PT\varsigma + PT\omega$$

Por lo que la prima de tarifa expresada como porcentaje de suma asegurada está dada como:

$$PT = \frac{PRT}{1-\beta-\lambda-\varsigma-\omega}$$

En donde:

PRT : Es la **prima de riesgo total** considerando el margen para desviaciones.

: Es el porcentaje de Prima de Tarifa correspondiente a gasto de administración.

: Es el porcentaje de Prima de Tarifa correspondiente al costo de adquisición.

ζ:Es el porcentaje de utilidad.

: Es el costo del reaseguro de exceso de pérdida.

PT : Es la prima de tarifa del portafolio.

b) Costos de Administración

El gasto de administración se representa como un porcentaje de la prima de tarifa, el cual será del X%.

c) Costos de Adquisición

El costo de adquisición se representa como un porcentaje de la prima de tarifa, el cual será del X%.

d) Margen de Utilidad

El porcentaje de utilidad (ζ) que se considera es del X%.

Recargos y Descuentos

No aplica.

Extraprimas

No aplica.

Fraccionamiento de Primas

No aplica.

Participación de Utilidades

No aplica.

Valores Garantizados

No aplica.

Dividendos y Bonificaciones por Baja Siniestralidad

No se otorgan.

Deducibles

No aplica.

Reservas

La Reserva de Riesgos en Curso se puede liberar siguiendo un patrón lineal de forma mensual.

GOBIERNO DE COLOMBIA MINAGRICULTURA

Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario - **FINAGRO** Carrera 13 Nº 28-17 Pisos 2, 3, 4 y 5
PBX: 3203377 Agrolínea 018000 912219 Bogotá D.C. - Colombia www.finagro.com.co

Unidad de riesgo

Superficie de terreno geográficamente delimitada con una resolución espacial de 8 km x 8 km que aparece identificada en la relación anexa a la póliza y contiene Unidades de Producción sembradas y arraigadas de un mismo cultivo, grado de tecnificación (tradicional o mecanizado) y modalidad de suministro de agua (riego o secano).

Unidad de Producción

Toda superficie compacta de terreno sembrada y arraigada con un mismo cultivo, grado de tecnificación (tradicional o mecanizado) y modalidad de suministro de agua (riego o secano), que presente colindancias específicas y permanentes.

Indemnización

Pago que realiza la Compañía al Asegurado/Tomador o beneficiario designado en la póliza a consecuencia de pérdidas o daños al cultivo asegurado por la ocurrencia de riesgos amparados.

Act. Luisarturo Castellanos Hernández con cédula profesional 2442823, hago constar bajo mi responsabilidad profesional, que la metodología para la determinación de la prima, reservas y demás elementos técnicos considerados en la presente nota técnica, se apega a lo previsto a las mejores prácticas actuariales.