
Diseño e implementación de un sistema de información espacial que apoye la realización de evaluaciones de riesgo, el proceso de toma de decisiones de liberación de organismos genéticamente modificados (OGM) y monitoreo requerido para estimar posibles efectos sobre el ambiente, posterior a la liberación de OGM en Colombia

Contrato No. 11-010/230-134PS



INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT

Mazo 1, 2012

Contratista: Claudia P Fonseca Tobían

Contenido

| | | <i>Pág.</i> |
|-----|---|-------------|
| 1 | Bases de datos de registros biológicos de parientes silvestres del algodón disponible en el nodo SIB de parientes silvestres, con información depurada y complementada en cuanto a coordenadas geográficas, de acuerdo a lineamientos del programa SIB en esta materia..... | 4 |
| 1.1 | Depuración y estandarización de registros..... | 4 |
| 1.2 | Resultados..... | 7 |
| 2 | Documento analítico y resultados digitales correspondientes a la modelización de la distribución geográfica potencial para Colombia, de parientes silvestres del algodón..... | 13 |
| 3 | Mapa impreso y digital de cobertura de la tierra a escala 1:100.000, actualizado para los municipios de Cotorra, San Pelayo y Cereté..... | 13 |
| 3.1 | Insumos..... | 13 |
| | <i>Imágenes Landsat</i> | 15 |
| | <i>Imágenes Spot</i> | 16 |
| 3.2 | Metodología..... | 17 |
| 3.3 | Resultados..... | 18 |
| 4 | Documento técnico con análisis de estado del paisaje para el área correspondiente a Cotorra, San Pelayo y Cereté, Departamento de Córdoba... | 22 |
| 5 | Insumos cartográficos para el análisis de riesgo por flujo de genes entre especies cultivadas y sus parientes silvestres..... | 22 |
| 5.1 | VARIABLES FÍSICAS - INSUMOS..... | 25 |
| 5.2 | VARIABLES BIOLÓGICAS - INSUMOS..... | 26 |
| 5.3 | Propuesta metodológica para la definición del riesgo por flujo de genes de especies cultivadas a parientes silvestres del algodón..... | 26 |
| | Resultados..... | 31 |
| 6 | Mapas impresos y digitales correspondientes al análisis de riesgo por flujo de genes entre especies cultivadas y sus parientes silvestres, conforme a la metodología desarrollada..... | 35 |
| 7 | Informes técnicos de avances..... | 35 |
| 8 | Artículo científico con resultados obtenidos..... | 36 |
| 9 | Metadatos de la información generada en el desarrollo del contrato..... | 36 |

Bibliografía

Figuras

| | | <i>Pág.</i> |
|----------|---|-------------|
| Figura 1 | Esquema metodológico para la adjudicación de coordenadas a registros biológicos de parientes silvestres del algodón, apoyado en la herramienta GeoSiB..... | 5 |
| Figura 2 | Diagrama de flujo del proceso para la depuración y selección de registros de registros de parientes silvestres del algodón, basado en lineamientos del SiB..... | 6 |
| Figura 3 | Registros de presencia de <i>Gossypium arboreum</i> resultantes del proceso de depuración de las bases de datos de SiB, GBIF, CWR y Corpoica..... | 8 |
| Figura 4 | Registros de presencia de <i>Gossypium barbadense</i> resultantes del proceso de | 9 |

| | | |
|-----------|--|----|
| | depuración de las bases de datos de SiB, GBIF, CWR y Corpoica..... | |
| Figura 5 | Registros de presencia de <i>Gossypium herbaceum</i> resultantes del proceso de depuración de las bases de datos..... | 10 |
| Figura 6 | Registros de presencia de <i>Gossypium hirsutum</i> resultantes del proceso de depuración de las bases de datos de SiB, GBIF, CWR y Corpoica..... | 11 |
| Figura 7 | Registros de presencia de <i>Gossypium sp</i> resultantes del proceso de depuración de las bases de datos y de la recopilación en campo de SiB, GBIF, CWR y Corpoica y obtenidos en campo..... | 12 |
| Figura 8 | Esquema del proceso metodológico para la actualización de cobertura de La Tierra en la zona de Cotorra, San Pelayo y Cereté a 2010..... | 18 |
| Figura 9 | Cobertura de la tierra (CLC) identificada para el periodo 2001 (IAVH)..... | 19 |
| Figura 10 | Cobertura de la tierra (CLC) identificada para el periodo 2010..... | 21 |
| Figura 11 | Comparación entre coberturas identificadas en los dos periodos analizados, 2001 y 2010..... | 23 |
| Figura 12 | Variables seleccionadas como de riesgo para el flujo de genes desde especies cultivadas hacia parientes silvestres del algodón..... | 25 |
| Figura 13 | Contenidos de la información cartográfica base entregada por el IGAC..... | 25 |
| Figura 14 | Diagrama de flujo de la secuencia para definición del riesgo – Protocolo propuesto para la liberación de cultivos OGM..... | 29 |
| Figura 15 | Tendencia del riesgo a partir de la vulnerabilidad (probabilidad de presencia del pariente silvestre) y su posibilidad de afectación con las amenazas identificadas en la zona..... | 30 |
| Figura 16 | Análisis de riesgo por flujo de genes entre especies cultivadas y sus parientes silvestres a) con todas las variables seleccionadas, b) omitiendo la variable de presencia de cultivos GM Mapa resultante..... | 32 |
| Figura 17 | Cultivos en algodón GM para el 2011 (Corpoica) sobre mapa resultante del riesgo para la liberación de OGM en el país | 34 |

Tablas

| | | |
|---------|---|-------------|
| | | <i>Pág.</i> |
| Tabla 1 | Datos de superficie calculado por tipo de cobertura en Ha. Para los periodos analizados, 2001 y 2010..... | 22 |
| Tabla 2 | Listado de desmotadoras (centros de acopio) en el país..... | 26 |
| Tabla 3 | Matriz para la evaluación del riesgo..... | 30 |
| Tabla 4 | Matriz para la evaluación del riesgo eliminando la variable de presencia de algodón GM..... | 31 |

Anexos

| | |
|---------|---|
| Anexo 1 | Base de datos depurada estándar SiB |
| Anexo 2 | Distribución geográfica probable del <i>Gossypium</i> |
| Anexo 3 | Cobertura de la Tierra 2001 y 2010 |
| Anexo 4 | Documento Técnico del estado del paisaje para los Municipios de Cotorra, San Pelayo, Cereté, Departamento de Córdoba. |
| Anexo 5 | Mapas de evaluación del riesgo por flujo de genes entre especies cultivadas y sus parientes silvestres |
| Anexo 6 | Actas |
| Anexo 7 | Informes parciales y final generados de la contratación |
| Anexo 8 | Artículo |
| Anexo 9 | Metadatos |

1. Bases de datos de registros biológicos de parientes silvestres del algodón disponible en el nodo SIB de parientes silvestres, con información depurada y complementada en cuanto a coordenadas geográficas, de acuerdo a lineamientos del programa SIB en esta materia

Actividades relacionadas:

Actividad 1: Depurar y complementar junto con la contratista encargada de la coordinación del proyecto, las coordenadas geográficas de los registros biológicos de parientes silvestres del algodón, disponibles en el nodo SIB de parientes silvestres de acuerdo con los procedimientos del SIB establecidos para tal fin.

1.1 Depuración y estandarización de registros

El proceso de depuración de los registros fue realizado atendiendo a los lineamientos dados por el Sistema de Información en Biodiversidad, para lo cual se realizaron los siguientes pasos:

- Separación entre registros georeferenciados y no georeferenciados
- Asociación de los registros georeferenciados a información cartográfica (municipios y departamentos)
- Identificación de incoherencias en la ubicación, por datos erróneos de coordenadas.
- Verificación de información de datos que muestran diferencias apreciables con respecto al resto.
- Eliminación de registros con ubicación sobre cuerpos de agua.
- Asignación de coordenadas a registros con ausencia de estas, apoyándose en datos de localidad y aspectos geográficos como la altura sobre el nivel del mar. La principal fuente en este caso la constituyó la herramienta desarrollada por el IAvH (GeoSib, 2010). En la figura 1 se observa el esquema con la metodología trabajada para este proceso de georeferenciación.

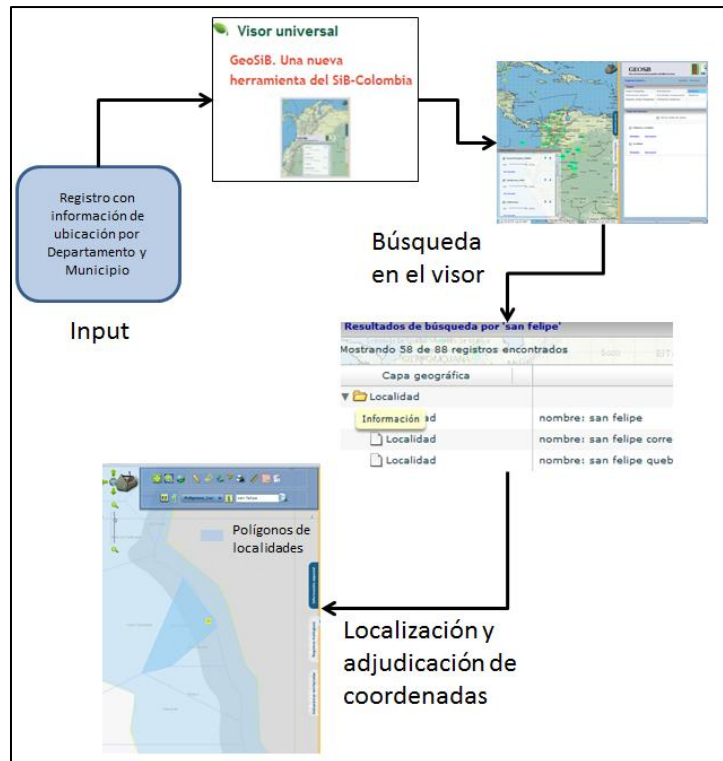


Figura 1. Esquema metodológico para la adjudicación de coordenadas a registros biológicos de parientes silvestres del algodón, apoyado en la herramienta GeoSiB

Como resultado del proceso de revisión de los registros algunos de estos fueron rechazados, los datos fueron omitidos por:

- Ausencia de coordenadas de imposibilidad para asignarla
- Dato de coordenada erróneo sin posibilidad de hacer corrección al mismo
- Ubicación del dato sobre cuerpos de agua tales como, lagos, lagunas, ríos, mar, océano
- Ubicación del dato por encima del nivel altitudinal identificado
- Dato repetido

El proceso de estandarización de los datos contempló la migración de la información de cada uno de los registros trabajados al formato del SiB. Dentro del proceso se incluyó la revisión de localización en cuanto a Departamento, Municipio y Localidad.

Aunque en principio se asumen los datos seleccionados como válidos, se realizó una revisión preliminar con el fin de identificar información respectiva a temperatura, precipitación y altura para cada uno, verificando si alguno de ellos se salía de los rangos identificados como posibles para su presencia y desarrollo. Los referentes utilizados fueron (CONABIO- SIOVM).

- Altura sobre el nivel del mar menor a 1500msnm
- Temperatura entre 14°C y 30°C
- Precipitación entre 1100mm a 1400mm promedio anual.

Las bases geográficas para obtener esta información fueron el IDEAM, para temperatura y precipitación y la topografía del IGAC a escala 1:100.000.

Además de la información existente en el nodo SiB de parientes silvestres del algodón, se consultaron las bases de datos del *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF, 2010), del Banco de Germoplasma de Algodón de Corpoica (CORPOICA) y del *Crop Wild Relatives* (CWR). Adicionalmente se incluyeron 107 registros tomados en terreno por la coordinación del proyecto (Orjuela-R. M.A., 2012), durante salidas a terreno en la zona Caribe en los departamentos de Córdoba, Sucre, César, Magdalena y Atlántico. Cabe mencionar que estos últimos aún no cuentan con la información a nivel de especie por lo cual serán mantenidos como *sp* mientras es realizada la clasificación por parte del especialista.

En la figura 2 se muestra de manera esquemática la metodología de los lineamientos dados desde el SiB y adoptados para este desarrollo. Las cajas en café muestran bases de datos diferentes a las del SiB, que fueron revisadas con el fin de compilar información no existente en los listados del Instituto y aumentar el número de registros para apoyar la modelación y en naranja los insumos procedentes de toma directa sobre el terreno capturados con geo-posicionador en las salidas de campo. Los registros con posibilidad de ser incluidos para el análisis tanto en las BDD como en campo fueron sometidos a los mismos procesos de depuración que los del SiB.

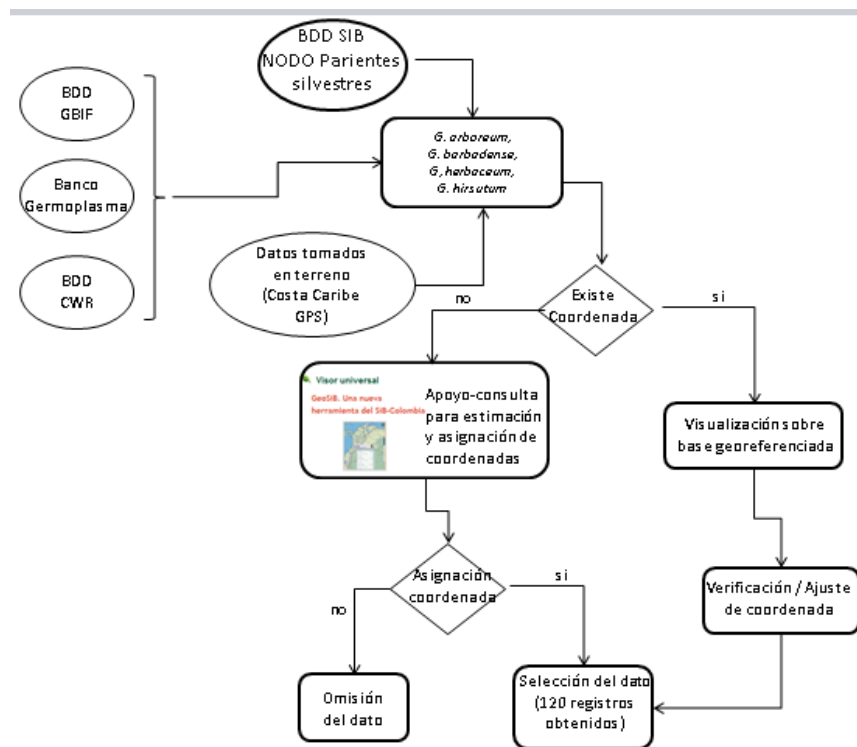


Figura 2. Diagrama de flujo del proceso para la depuración y selección de registros de parientes silvestres del algodón, basado en lineamientos del SiB

En total fueron revisados 4485 registros correspondientes a todas las bases de datos consultadas y una vez finalizado el proceso de revisión y depuración resultaron 227 registros susceptibles de ser utilizados, correspondiente a un 2.3% del total revisado. De estos datos cuatro (4) corresponden a *Gossypium arboreum*, 37 a *G. Barbadense*, 55 a *G hirsutum*, cinco (5) a *G, herbaceum* y 126 sin clasificación a nivel de especie.

1.2 Resultados

Finalmente se obtuvieron 227 registros, cuatro (4) de la especie *Gossypium arboreum*, 37 *Gossypium barbadense*, cinco (5) *Gossypium herbaceum*, 55 *Gossypium hirsutum*, y 126 sin indicación de especie (*Gossypium. sp*) 17 de las Bases de datos revisadas y los 107 obtenidos en campo. Los 120 registros obtenidos de las Bases de datos consultadas fueron llevados al estándar de intercambio del SiB, y la coordinación del proyecto hizo lo correspondiente con los 107 datos capturados en terreno.

Los registros en la tabla final obtenida cuentan con un código identificador que permite conservar el link entre esta y las tablas de referencia o fuente de las cuales se obtuvo el dato.

En las figuras 3 a 7 se muestra la localización de los registros por especie.

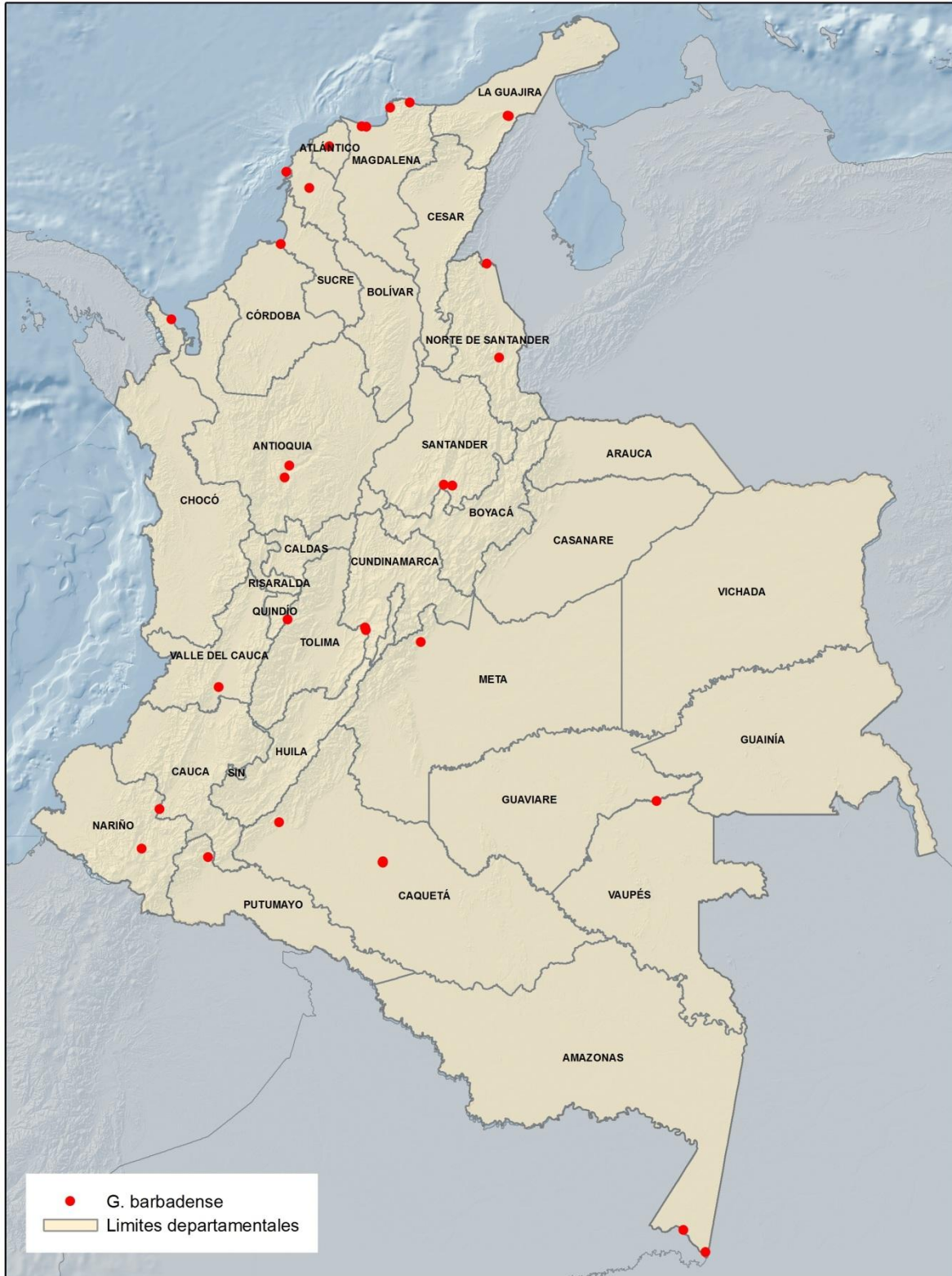


Figura 4. Registros de presencia de *Gossypium barbadense* resultantes del proceso de depuración de las bases de datos de SiB, GBIF, CWR y Corpoica.

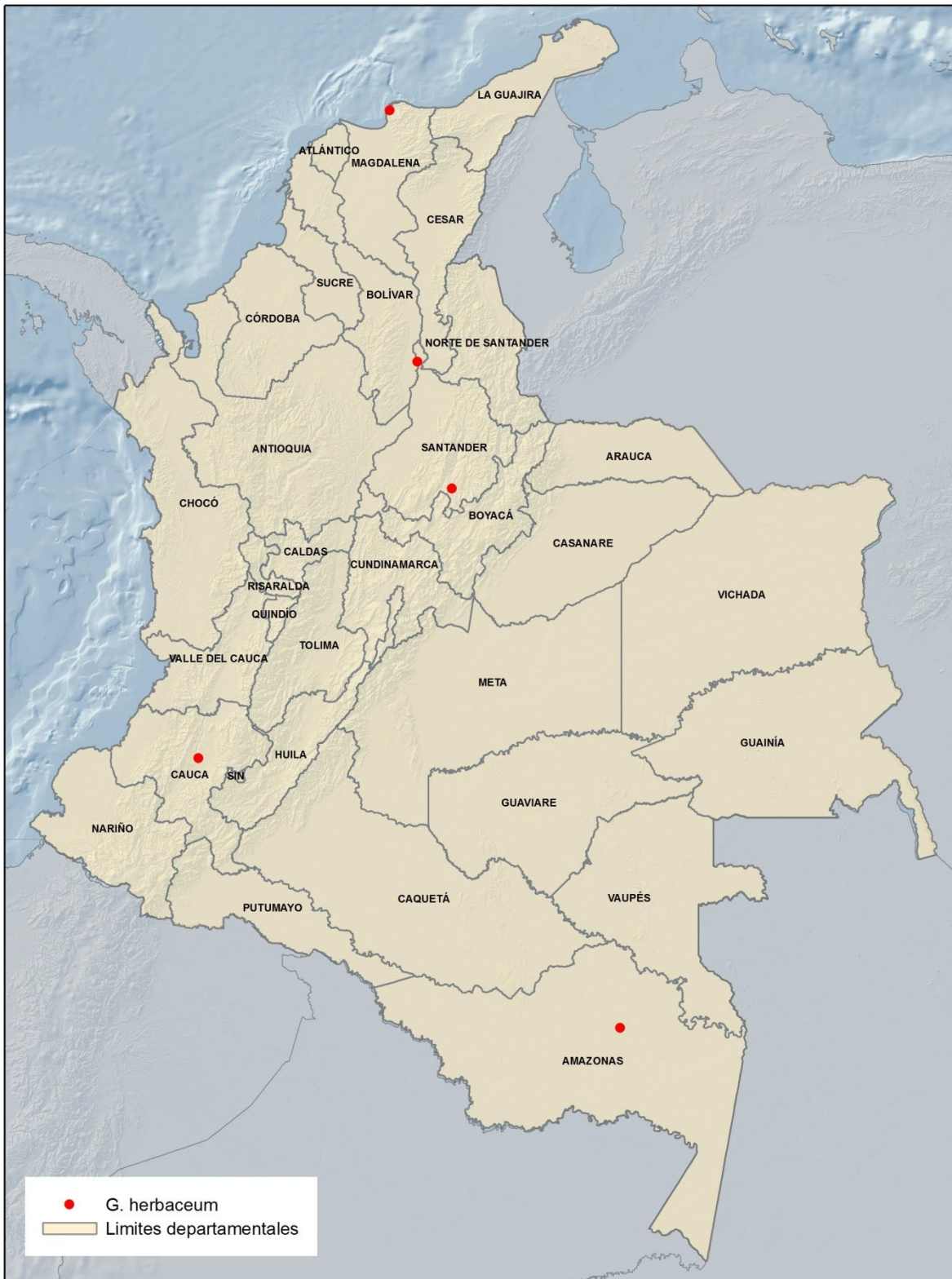


Figura 5. Registros de presencia de *Gossypium herbaceum* resultantes del proceso de depuración de las bases de datos

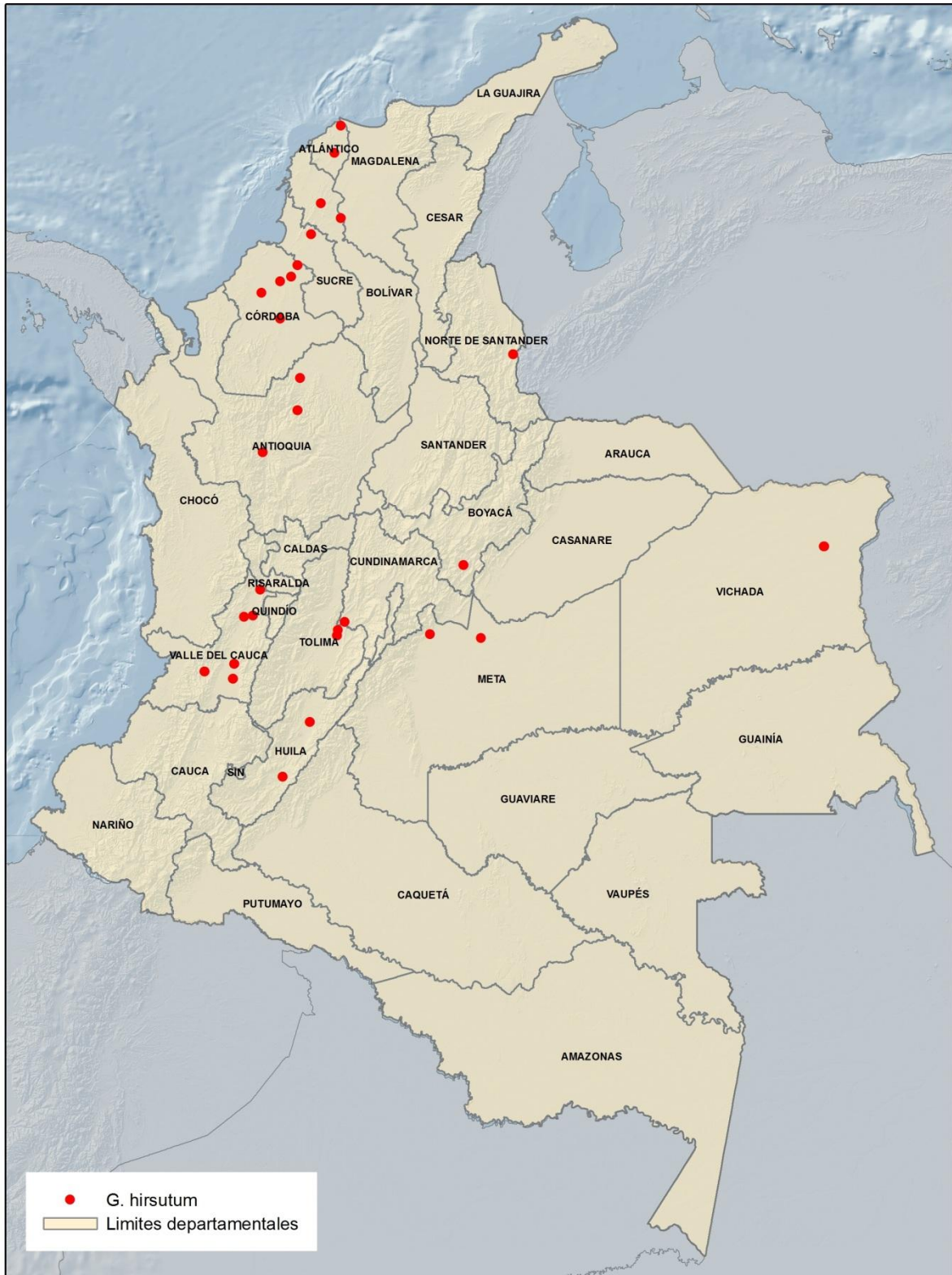


Figura 6. Registros de presencia de *Gossypium hirsutum* resultantes del proceso de depuración de las bases de datos de SiB, GBIF, CWR y Corpoica.

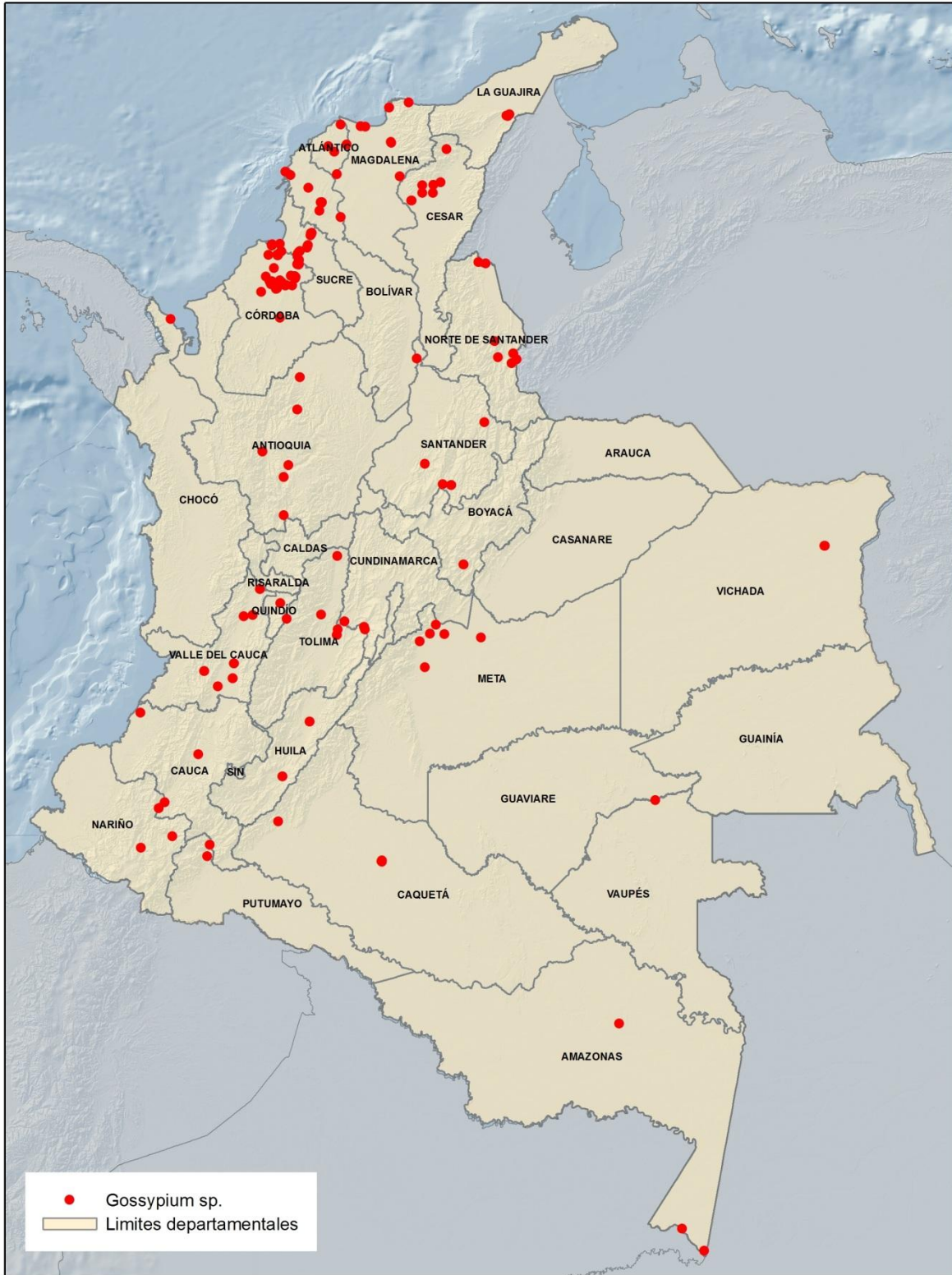


Figura 7. Registros de presencia de *Gossypium* sp resultantes del proceso de depuración de las bases de datos y de la recopilación en campo de SiB, GBIF, CWR y Corpoica y obtenidos en campo

Los datos finales consignados en las tablas fueron migrados a formatos requeridos para la visualización y modelamiento, (dbf) y registrados en el formato de intercambio según lineamientos establecidos por el SIB. (Anexo 1- bdd)

2. Documento analítico y resultados digitales correspondientes a la modelización de la distribución geográfica potencial para Colombia, de parientes silvestres del algodón

Actividades relacionadas:

Actividad 2: Elaborar modelos de distribución geográfica potencial en colaboración con al contratista coordinadora del proyecto para parientes silvestres del algodón para el país, apoyado en registros previamente depurados y otras referencias disponibles.

Anexo 2 – Modelos Distribución: Distribución Potencial del *Gossypium* documento y modelos de distribución

3. Mapa impreso y digital de cobertura de la tierra, escala 1:100.000, actualizado para los municipios de Cotorra, San Pelayo y Cereté, Departamento de Córdoba.

Actividades relacionadas:

Actividad 3: Generar un mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000, bajo metodología CORINE Land Cover, para los municipios de Cotorra, San Pelayo y Cereté, Departamento de Córdoba, con base en imágenes de satélite disponibles en el Banco Nacional de Imágenes del IGAC, (BNI) y otras fuentes complementarias, para el periodo 2005-2011, así como información recopilada en desarrollo del proyecto. Esta actividad debe desarrollarse en articulación con el Comité de Coberturas de la Tierra (IDEAM, IGAC, IAvH, SINCHI, UAESPNN), bajo los lineamientos del programa SIB del IAvH.

El proceso de interpretación de la cobertura fue realizado atendiendo a la metodología *Corine Land Cover (CLC)* adoptada para Colombia y liderada por el IDEAM. Para este efecto se recopiló la información existente de cobertura de la tierra realizada en el 2001 atendiendo a las especificaciones metodológicas (CLC) para la escala 1:100.00 y se procedió a realizar la actualización de los polígonos utilizando imágenes recientes como apoyo para identificar los cambios.

3.1 Insumos

Como insumo principal fue utilizada la interpretación de coberturas realizada para el año 2001 a escala 1:100.000 (IAvH, 2002), generada a partir de imágenes satelitales del sensor Landsat y obtenida en formato Shape.

Se obtuvieron dos imágenes de satélite Landsat del banco de imágenes de la Universidad de Maryland de libre acceso en la red: Path/row 009/054 y 010/054 ambas el mes de enero del 2010, para la actualización de la cobertura.

Cabe anotar que aunque la imagen 09054 presenta Gaps o efecto persiana debido a daños en el sensor, sin embargo se decidió utilizarla dado que la zona presenta la mayor parte de la superficie transformada desde el 2002 (evidenciado por la interpretación de ese periodo), así que se asume que los cambios a 2010 no presentarán transformaciones significativas lo que hace más fácil deducir la información en las zonas de no dato.

A lo anterior se adiciona la importancia de mantener la metodología utilizada en la interpretación del periodo de referencia, en donde como ya fue mencionado, la fuente de datos la constituyeron imágenes Landsat, por lo tanto lo correspondiente es utilizar una fuente similar para la obtención de los datos disminuyendo así las probabilidades de sesgos que podrán darse al variar aspectos tales como la resolución.

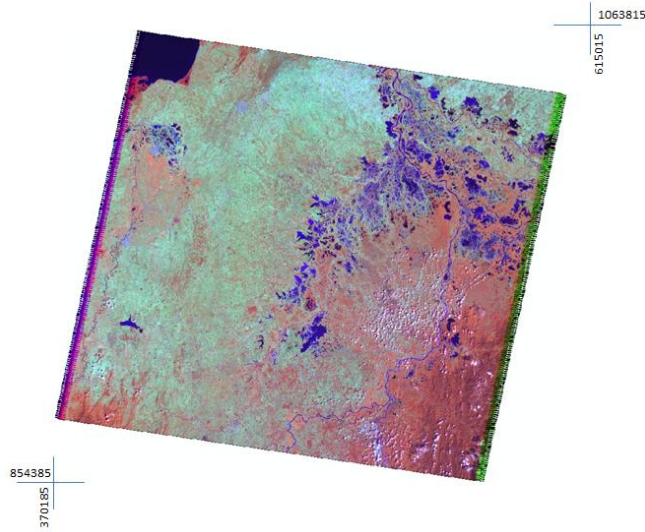
Aunque no se contó con las imágenes Landsat utilizadas para la interpretación del periodo 2001, se pudieron identificar las escenas utilizadas a partir de la tabla de atributos del *shapefile* correspondiente, estas se enuncian a continuación.

- Landsat 009/054 2001/01/12
- Landsat 010/054 2001/10/18
- Landsat 010/054 2001/02/04
- Landsat 010/055 2001/11/03

Adicional a lo anterior fueron solicitadas imágenes de mayor resolución al banco de imágenes del IGAC, SPOT y *Rapideye*, con la finalidad principal de apoyar la interpretación del 2010 no solo atendiendo a las zonas de no datos sino en lo referente a poder identificar pequeños cambios dada la alta intervención en la zona durante tres (3) décadas.

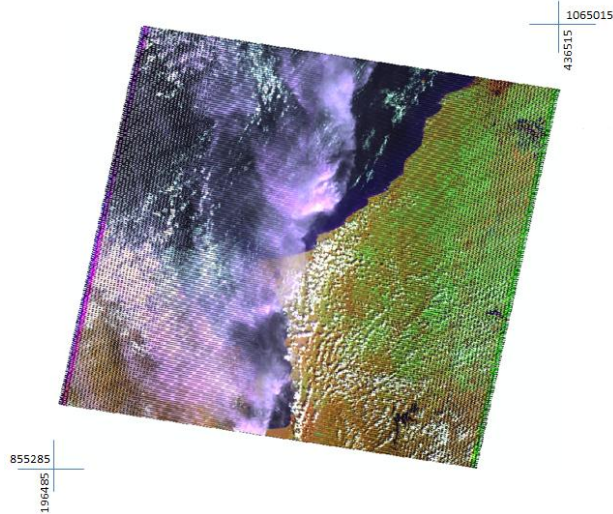
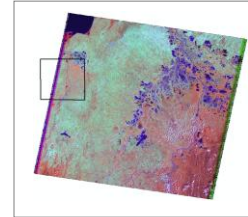
IMÁGENES

Imágenes Landsat



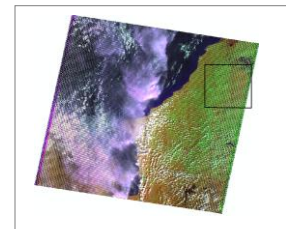
Path/row: 009/054
RGB: 453
Referencia espacial: WGS 1984 UTM zona 18N
Datum: D WGS84
Fecha: 2010-01-29
Fuente: <http://glcf.umiacs.umd.edu/>

Ubicación área estudio

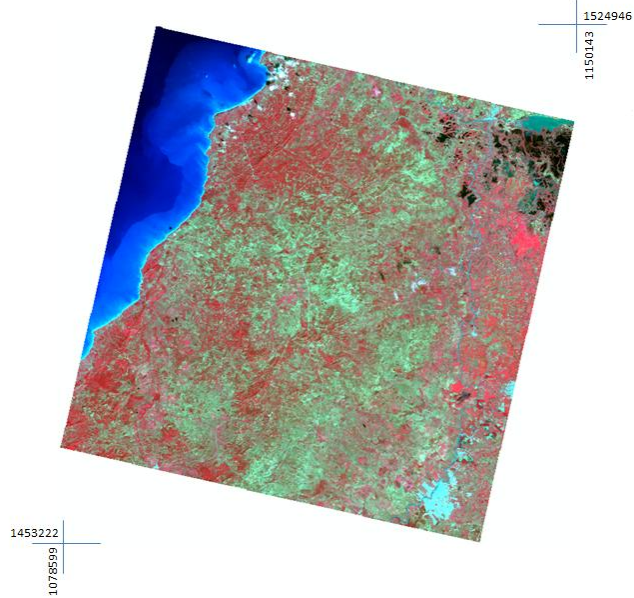


Path/row: 010/054
RGB: 453
Referencia espacial: WGS 1984 UTM zona 18N
Datum: D WGS84
Fecha: 2010-01-12
Fuente: <http://glcf.umiacs.umd.edu/>

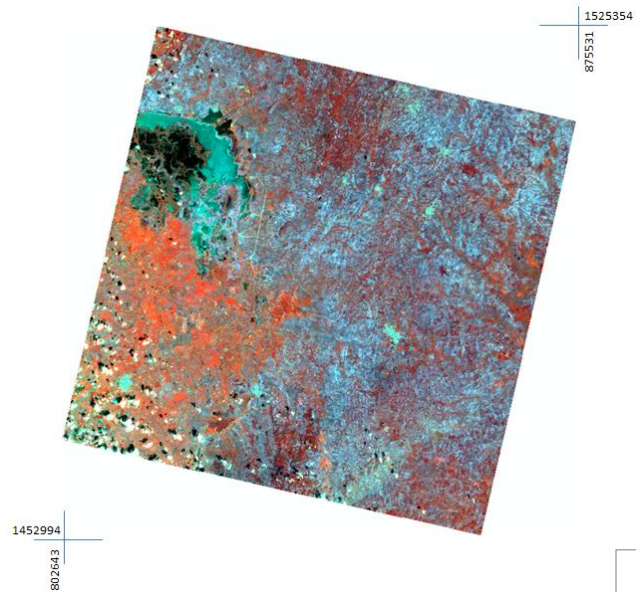
Ubicación área estudio



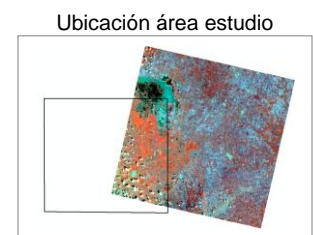
Imágenes Spot



Path/row: 640/332
RGB: 123
Referencia espacial: Transversa de Mercator
Datum: Dsirgas
Fecha: 2007-01-13
Fuente: Banco de imágenes IGAC



Path/row: 641/332
RGB: 123
Referencia espacial: Transversa de Mercator
Datum: Dsirgas
Fecha: 2007-01-18
Fuente: Banco de imágenes IGAC



Las imágenes *rapideye*, cuentan con restricciones de uso, según lo indicado por la oficina encargada del tema en la subdirección de Geografía, razón por la cual no fueron entregadas.

Las imágenes entregadas por el IGAC y las obtenidas a través de la Universidad de Maryland se encuentran en la carpeta de Fuentes de Información, atendiendo al sensor.

3.2 Metodología

Cobertura de la tierra escala 1:100.000, actualizada para los municipios de Cotorra, Cereté y San Pelayo

La cobertura de la tierra para la zona de los municipios de interés fue actualizada al año 2010, a partir de la interpretación visual sobre imágenes satelitales del año mencionado y descritas en el ítem de insumos. Para este desarrollo fueron utilizadas herramientas propias de Erdas Imagine para el corte (*subset*) y *remerge* de las imágenes obtenidas y ArcGis 10 para los procesos de edición y codificación de los polígonos que lo requirieron.

El proceso de obtención de la cobertura a 2010, fue realizado sobreponiendo la información de referencia existente de cobertura de la tierra (2001) sobre las imágenes satelitales recientes, 2010 y mediante la verificación visual directa sobre pantalla se hizo un barrido detallado con zoom máximo a escala 1:25.000, identificando diferencias entre los polígonos existentes y lo identificado en la imagen.

Cuando se encontraron diferencias se realizaron los cambios requeridos ajustándose a la observación sobre el insumo más reciente. Tales modificaciones comprendieron principalmente:

- Reforma (*reshape*) del polígono existente por aumento, disminución y en general diferencia de forma entre el inicial y el final.
- Polígono nuevo (*new feature*), cuando se encontraron coberturas diferentes a las inicialmente identificadas. Este caso aplicó principalmente a las superficies quemadas.
- Cambio de codificación del polígono por no haber coincidencia entre el código existente y la observación sobre la imagen del 2010. (p.e un polígono en el 2001 aparece con codificación 334 equivalente a zonas quemadas, en el 2010 fue identificado como cultivos, por lo cual el código correspondiente ahora será 231).

En La figura 8 se esquematiza el procedimiento trabajado en la actualización de las coberturas.

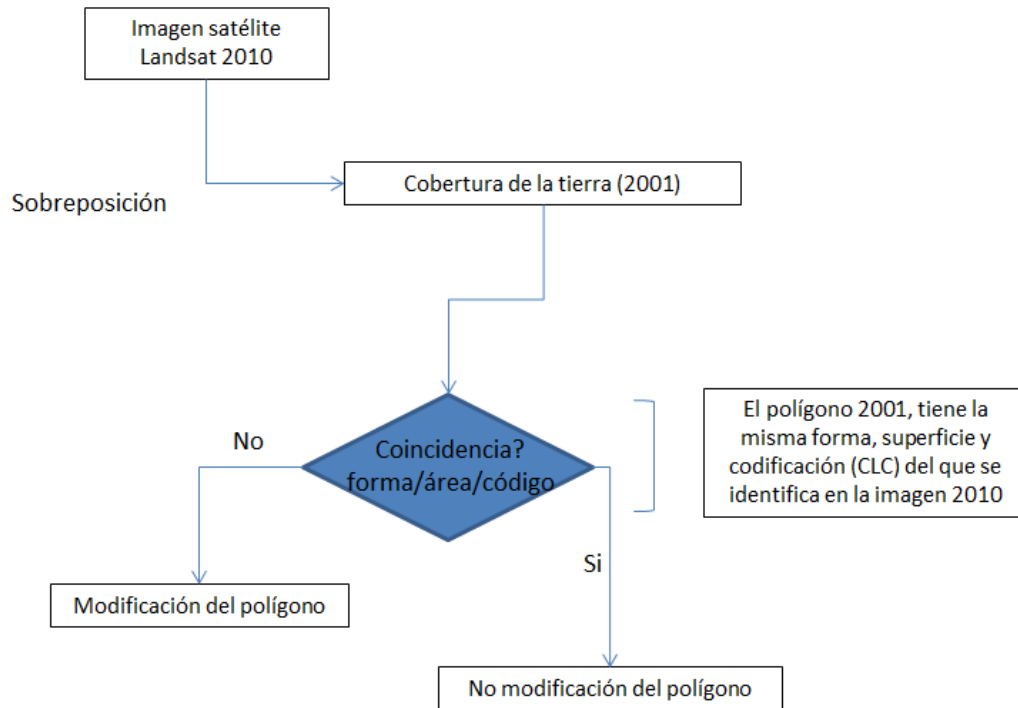


Figura 8 Esquema del proceso metodológico para la actualización de cobertura de La Tierra en la zona de Cotorra, San Pelayo y Cereté a 2010.

3.3 Resultados

Una vez finalizada la actualización se realizaron los cálculos para obtener la superficie total en la zona por cada uno de los tipos de cobertura identificado tanto para el periodo de referencia como para el 2010, y así poder establecer las diferencias e inferir procesos de cambio en la zona.

La cobertura para el año 2001, muestra dos zonas bien diferenciadas. Una de ellas sobre la margen derecha del río Sinú predominantemente plana presentada en la figura 9 en color café oscuro, representada por áreas de cultivos con parches intercalados de pastos, condición se mantiene por una estrecha franja sobre la margen izquierda de la misma corriente. El otro tipo de cobertura dominante lo constituyen los pastos, en su mayoría extendidos al occidente del Sinú, en tonos crema, en donde se presenta un terreno más ondulado, con presencia de parches dispersos en cobertura boscosa o arbustiva de tamaños con superficie poco extensa.

Se observa en la zona áreas pantanosas en algunos casos con presencia de vegetación acuática que las cubre parcialmente, este tipo de cobertura está presente al oriente del Sinú en la zona de menor pendiente.

La figura 9 muestra las coberturas identificadas para el 2001.

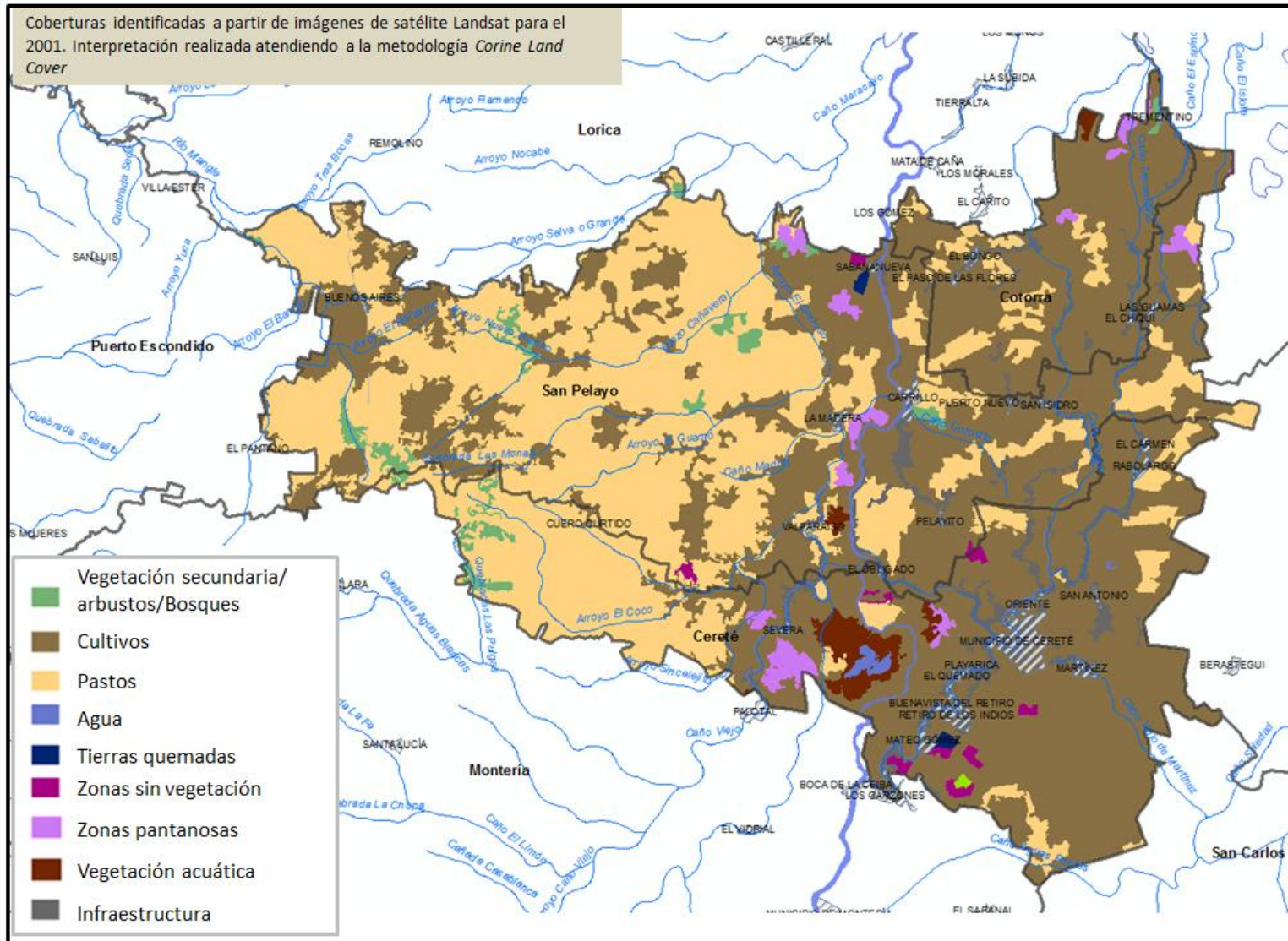


Figura 9 Cobertura de la tierra (CLC) identificada para el periodo 2001 (IAVH) (ver anexo 3 - Coberturas)

Para el 2010 se identifica un aumento en la superficie de pastos a la derecha de la corriente del Sinú, en tonos crema en la figura 10, la cual aparece para esta segunda fecha de análisis conformada por cultivos. Cabe anotar que no necesariamente esta diferencia implica cambio de uso, pues puede atender al momento de manejo o rotación de pastos y cultivos que se practique en la zona o al momento mismo de la cosecha y siembra.

Las coberturas de bosques, arbustos y vegetación acuática muestran disminución para el 2010, y aunque para las dos primeras, bosques y arbustos indica una disminución, se pensó en un principio que lo relacionado con la vegetación acuática podría responder a condiciones de estacionalidad sin embargo al verificar las fechas de las imágenes analizadas, estas corresponden a los mismos periodos. 2001 entre noviembre y enero y 2010 enero.

En la tabla 1 se relacionan los tipos de cobertura encontrados en las dos fechas analizadas y la superficie calculada en Hectáreas para cada una de ellas. En rojo y resaltado con verde se indican los códigos sugeridos para validación de campo.

Tabla 1 Datos de superficie calculado por tipo de cobertura en Ha. Para los periodos analizados, 2001 y 2010

| <i>Código CLC</i> | | <i>Descripción</i> | <i>Superficie 2001 (Ha)</i> | <i>Superficie 2010 (Ha)</i> |
|-------------------|-------------------------------|--|-----------------------------|-----------------------------|
| 111 | Territorios artificializados | Tejido Urbano continuo | 478.54 | 478.54 |
| 112 | | Tejido Urbano discontinuo | 2634.17 | 2634.17 |
| 122 | | Red vial ferroviarias y terrenos asociados | 38.69 | 38.69 |
| 124 | | Aeropuertos | 34.73 | 34.73 |
| 211 | Territorios agrícolas | Otros cultivos transitorios | 902.64 | 902.64 |
| 212 | | Cereales - Arroz | 11123.62 | 11123.62 |
| 221 | | Otros cultivos herbáceos | 420.00 | 420.00 |
| 231 | | Pastos limpios | 27467.31 | 27934.01 |
| 232 | | Pastos arbolados | - | 46.45 |
| 233 | | Pastos enmalezados | 2853.93 | 2830.06 |
| 241 | | Mosaico de cultivos | 1129.79 | 1166.01 |
| 242 | | Mosaico de pastos y cultivos | 15282.47 | 15814.96 |
| 243 | | Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales | 3841.71 | 3396.50 |
| 244 | | Mosaico de pastos con espacios naturales | 9032.84 | 10391.46 |
| 314 | Bosques y Áreas seminaturales | Bosque de galería y ripario | 68.72 | 68.72 |
| 315 | | Plantación forestal | 29.31 | 13.76 |
| 3221 | | Arbustal denso | 432.06 | 185.20 |
| 3222 | | Arbustal abierto | 578.63 | 86.03 |
| 323 | | Vegetación secundaria o en transición | 148.22 | 14.88 |
| 333 | | Tierras desnudas y degradadas | 392.64 | 83.88 |
| 334 | Zonas quemadas | 97.97 | 120.92 | |
| 411 | Áreas Húmedas | Zonas pantanosas | 1027.92 | 302.13 |
| 413 | | Vegetación acuática sobre cuerpos de agua | 854.73 | 792.78 |
| 511 | Superficies de agua | Ríos | 557.69 | 557.69 |
| 512 | | Lagunas, lagos y ciénagas naturales | 151.73 | 142.25 |
| 513 | | Canales | 6.46 | 6.46 |

Las sugerencias de validación en campo, apoyo en información secundaria o consulta en la zona, para algunos tipos de coberturas identificados, responden a casos en donde al parecer los requerimientos para el desarrollo de ese tipo de cobertura no parece ser coincidente con las condiciones naturales en la zona, como en el caso del cultivo de

Arroz (CLC 2121) o que llama la atención el hecho de haber sido remplazada de manera decisiva por otros tipos de cultivo, lo cual merece una caracterización o revisión a mayor profundidad para validar el proceso de interpretación.

Igualmente se sugiere la validación en terreno de las coberturas de plantaciones forestales y para las identificadas como vegetación secundaria, ya que desde el insumo utilizado no es posible hacer una diferenciación tan específica.

En la figura 11 se muestra gráficamente las superficies ocupadas por cada tipo de cobertura en las dos fechas analizadas.

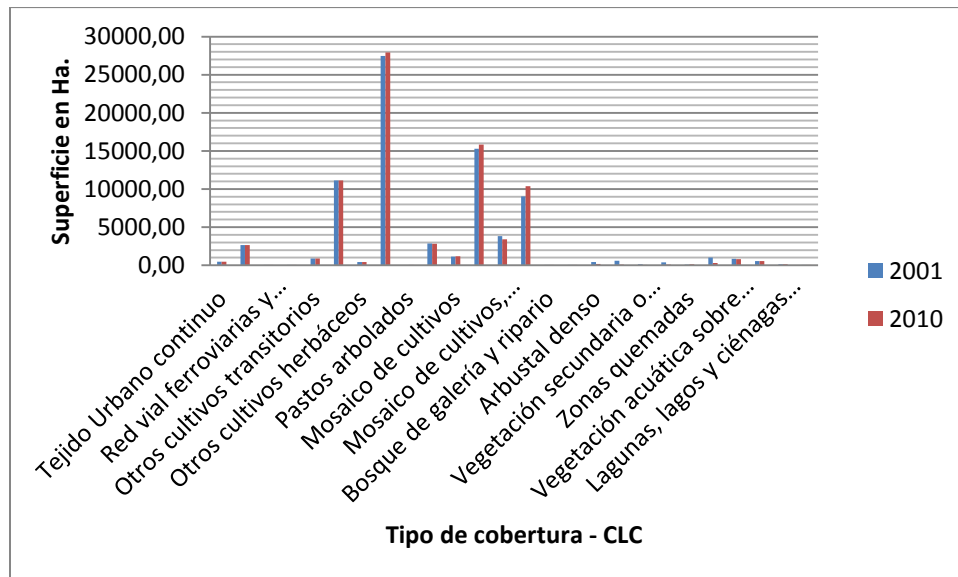


Figura 11 Comparación entre coberturas identificadas en los dos periodos analizados, 2001 y 2010

Al hacer la comparación entre la superficie de las diferentes coberturas entre las dos fechas se puede afirmar la similitud entre ellas, las variaciones se observan en las coberturas de pastos, cultivos y bosques aunque para estas últimas hay disminución (ver tabla 1 y figura 11). Los mapas correspondientes a la interpretación de la cobertura de la tierra para las dos fechas, 2001 y 2010 fueron generados en tamaño A2 (59.4cm x 42cm) y exportado en formato .pdf a 200dpi., pueden encontrarse en el Anexo 3 – Coberturas.

4. Documento técnico que contenga el análisis del estado del paisaje solicitado, para el área correspondiente a Cotorra, San Pelayo, Cereté, Departamento de Córdoba, que incluya los parámetros obtenidos y su respectiva interpretación.

Actividades relacionadas:

Actividad 4: Realizar un análisis de estado del paisaje, mediante métricas de fragmentación de la cobertura vegetal natural, para el área correspondiente a Cotorra, San Pelayo y Cereté, Departamento de Córdoba, requerido como parte de los insumos para el análisis de efectos sobre organismos no Blanco.

Para el desarrollo de este producto fueron utilizadas las coberturas de la tierra interpretadas para el 2001 y el 2010, y atendiendo a los resultados obtenidos se realizó el cálculo de métricas con el fin de hacer comparaciones entre los dos resultados y poder inferir el estado en el cual se encuentra.

Ver anexo 4 - Análisis de paisaje

5. Insumos cartográficos requeridos para el análisis de riesgo por flujo de genes entre especies cultivadas y sus parientes silvestres, conforme a la metodología desarrollada en conjunto con el equipo técnico del proyecto.

Actividades relacionadas:

Actividad 5: Participar desde el componente de análisis geográfico, en el desarrollo e implementación de una metodología de análisis espacial dirigida a evaluar el riesgo por flujo de genes entre especies cultivadas y sus parientes silvestres.

Cabe anotar que en lo que se refiere a la actividad 5, que la propuesta metodológica fue desarrollada por la contratista y no fueron recibidas sugerencias ni observaciones al respecto ni en lo que se relaciona con propuesta misma ni en lo referente a su implementación, por lo cual se consideró aprobada y sobre ella se trabajó.

Actividad 6: Gestionar y depurar los insumos cartográficos requeridos para el análisis de riesgo por flujo de genes entre especies cultivadas y sus parientes silvestres, conforme a la metodología desarrollada en conjunto con el equipo técnico del proyecto.

Como insumo base para la identificación y análisis de riesgo se tienen los modelos de distribución probable de parientes silvestres del algodón obtenidos, y sobre ellos serán trabajadas las variables identificadas y seleccionadas como incidentes para el flujo de genes. Tales variables resultan de la discusión en espacios de reunión realizados con la coordinación del proyecto.

Las variables seleccionadas como de riesgo en el flujo génico fueron agrupadas en físicas y biológicas y se muestran en la figura 12.

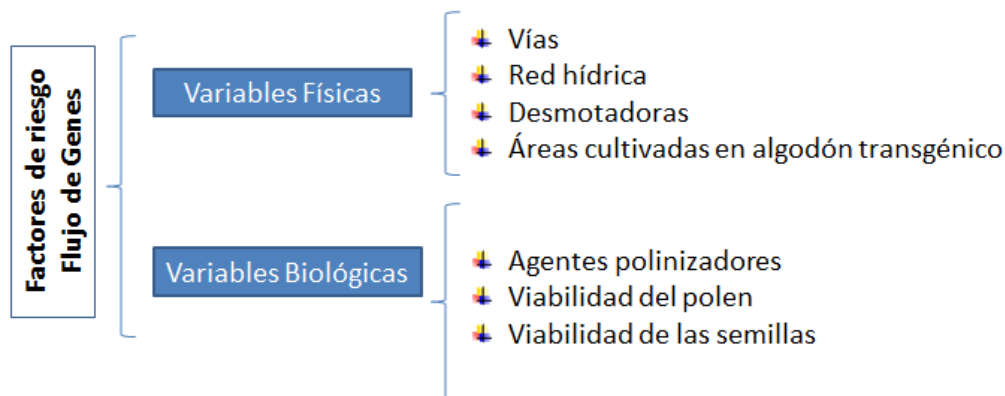


Figura 12. Variables seleccionadas como de riesgo para el flujo de genes desde especies cultivadas hacia parientes silvestres del algodón

5.1. Variables físicas - insumos

La información de vías y la red hídrica para todo el país, fue obtenida por solicitud al Instituto Geográfico Agustín Codazzi quien hizo entrega de la información de cartografía básica a escala 1:100.000 en formato Geo-database y unificada para todo el territorio nacional. Adicionalmente por separado el IGAC hizo entrega de cuatro (4) planchas códigos 50 – 51 – 60 - 61 escala 1:100.000 que cubren la zona de los municipios de Cotorra, Cereté y San Pelayo, en formato Geodatabase. La información entregada se muestra en la figura 13.

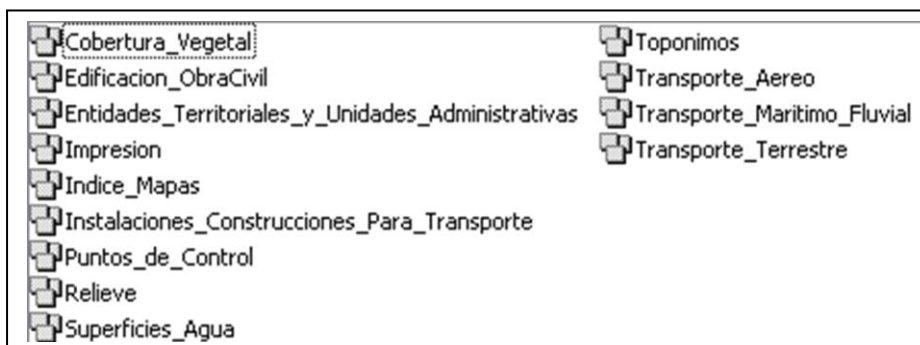


Figura 13 Contenidos de la información cartográfica base entregada por el IGAC

Junto con la información base fue entregada la cobertura de suelos a escala 1:100.000 sobre los departamentos de Antioquia y Córdoba comprendidos en las planchas 50, 51, 60 y 61. Este insumo fue utilizado para la caracterización de la zona de interés y en la búsqueda de especificidad en este aspecto en relación con la posible presencia de parientes silvestres del algodón, lo cual no pudo ser evidenciado.

Los centros de acopio/ desmotadoras fueron entregados por la coordinación del proyecto, en total son 19 centros identificados con indicación de municipio en el cual se encuentra reportado. De esta información fue generado un archivo Shape de puntos, el cual fue localizado en la cabecera municipal según el listado enviado. En la tabla 2 se relacionan los lugares identificados.

Tabla 2 Listado de desmotadoras (Centros de acopio) en el país

| | Nombre Demotadora | Localización | |
|----|---|-----------------|-----------------|
| | | Municipio | Departamento |
| 1 | Coagrimag | Magangué | Bolívar |
| 2 | Coalcesar | Aguachica | Cesar |
| 3 | Invercor | Agustín Codazzi | Cesar |
| 4 | Desmocaribe | Bosconia | Cesar |
| 5 | Agricaribe | San Diego | Cesar |
| 6 | Compañía Agroindustrial del Sinú | Cereté | Córdoba |
| 7 | Coagrococor | Ciénaga de Oro | Córdoba |
| 8 | Desmotadora Montería | Montería | Córdoba |
| 9 | Toledo, Fibras Sinú Pelayito | Cereté | Córdoba |
| 10 | La Esmeralda, Copiagros, Inversiones BC | Cereté | Córdoba |
| 11 | Llanodesmote | Paratebueno | Cundinamarca |
| 12 | Planta Desmotadora de Algodón Proceal | Neiva | Huila |
| 13 | Coagrimag | San Pedro | Sucre |
| 14 | Agroindustrias Tolima | Espinal | Tolima |
| 15 | Remolino 1, 2 y 3 | Espinal | Tolima |
| 16 | Desmotolima, Emprenorte | Ambalema | Tolima |
| 17 | Coagronat | Natagaima | Tolima |
| 18 | Fibras del Interior | Guamo | Tolima |
| 19 | Asoalgodón 1,2,3 | Buga | Valle del Cauca |

Todos los insumos gestionados y utilizados se encuentran en la carpeta fuentes de información, y ubicados bajo el nombre de la entidad que los suministró.

5.2. Variables biológicas - insumos

La consecución de los datos relacionados con las variables biológicas seleccionadas no fue posible, dado que estos constituyen la compilación de información a nivel específico y en muchos casos genéticos de las especies involucradas lo cual no pudo conseguirse dentro de esta contratación, (coordinación del proyecto). Sin embargo aunque esta falencia no se constituyó en un obstáculo para la trabajar sobre la propuesta metodológica ni para la generación del producto cartográfico, es importante tener en cuenta que esta información es relevante para el ajuste y precisión de la propuesta y que aunque estos no fueron utilizados implícitamente han quedado involucrados y se requiere ser tenidos en cuenta para la determinación de distancias, umbrales y áreas de influencia/riesgo (buffers), entre otros.

La información biológica a la que se hace referencia responde a las variables identificadas como de riesgo para el flujo de genes, tales como viabilidad del polen y las semillas, polinizadores, velocidad y eficiencia del viento. Los datos deben ser involucrados en formatos dbf. y shp, para poder ser trabajados bajo software GIS, en conjunto con las variable ya involucradas.

5.3. Propuesta metodológica para la definición del riesgo por flujo de genes desde especies cultivadas a parientes silvestres del algodón

La metodología que se propone para el análisis de riesgo se adaptó de la definida por CONABIO para este mismo fin (Huerta, Barrios, Sánchez, & Acevedo, 2005). Esta involucra los registros de presencia, la distribución potencial definida para cada especie

que se analiza y las variables de riesgo e implicaciones atendiendo al lugar de liberación de cultivos con modificación genética. La identificación se puede diferenciar en 3 etapas que se describen a continuación

Etapas 1

Identificación de la distribución probable de los parientes silvestres del algodón para las diferentes especies de *Gossypium* encontradas en las bases de datos analizadas y compiladas, lo cual corresponde al proceso de modelamiento descrito en el Anexo 2 de este informe. A partir de este insumo se pudieron identificar 4 áreas en función de la probabilidad de presencia de parientes silvestres del algodón y se le asignó una codificación así:

| Tipo de área | | Presencia del pariente silvestre | | Codificación |
|------------------|---|----------------------------------|---|--------------|
| Registros BDD | = | Confirmada | = | A |
| Rangos óptimos | = | <i>Altamente probable</i> | = | B |
| Rangos absolutos | = | <i>Probable</i> | = | C |
| No predicha | = | <i>no probable</i> | = | D |

En donde:

A = Lugar en donde existe un registro de presencia.

B = Las áreas de distribución potencial modelada dentro de los rangos tomados como los óptimos posibles para la que la especie se dé, es decir que son áreas que cuentan con condiciones ambientales similares a las existentes en los lugares con presencia (A).

C = Lugares de distribución probable obtenidos en la modelación pero fuera de los rangos de mayor probabilidad.

D = Zonas en donde las condiciones medioambientales no presentan semejanza con las existentes en los lugares de posible desarrollo y existencia de la especie.

Etapas 2

Identificación y selección de variables consideradas como de riesgo para el algodón y sus parientes silvestres por flujo de genes, estas fueron de carácter físico y biológico.

Variables físicas

Aspectos del medio físico y de la actividad antrópica que implican riesgo directo para los lugares identificados de presencia confirmada, altamente probable y probable de parientes silvestres del algodón.

- **Vías:** Red de interconexión terrestre, vías, senderos, caminos, y cualquier acceso que puede ser utilizado para el transporte de algodón ya sea desde los lugares de cultivo a los centros de acopio o desde estos hacia el los lugares de comercio local, regional, nacional o hacia el exterior.
- **Red hídrica:** Drenajes naturales o artificiales a través de lo cuales puede haber transporte de semillas. Considerando que la semilla ha podido llegar a la corriente por condiciones ambientales incidentes como viento, por haber caído de vehículos en los que se está llevando acabo el transporte o por estar siendo transportado por esta vía. En este ítem deben ser considerados también los puertos marítimos dado

que son lugares de embarque hacia los cuales puede llegar a ser transportado el algodón.

- Desmotadoras y/o centros de acopio: Lugares en donde se realiza procesamiento del algodón para separación de la fibra y lugares en donde se almacena para la distribución a centros de comercio local, regional, nacional o internacional.
- Áreas cultivadas en algodón transgénico: Superficies con siembra en cultivos de algodón transgénico en el país.

Variables biológicas

Involucra la presencia de agentes identificados como polinizadores y la viabilidad del polen y las semillas del algodón genéticamente modificado.

- Agentes polinizadores
En su mayoría insectos (entomófilos), generalmente abejas *Apis dorsata*, *A. florea*, *A. indica* y más frecuentemente *A. mellifera*, abejorros (*Bombus spp.*), el insecto que anida en el suelo (*Melissodes spp.*). Otros hemipteros (*Anthophora spp.*, *Elis thoracica*, *Helictus spp.*, *Megachile spp.*, *Melitoma euglossoides* y *Nomia spp.*) (CONABIO Sistema de información de Organismos Vivos Modificados - SIOVM. Proyecto GEF - CIBIOGEM de Bioseguridad) .
- Viabilidad del polen
La mayor o menor capacidad de dispersión del polen, para el caso del proveniente del algodón genéticamente modificado (GM), lo cual estará relacionado con las condiciones ambientales a las que quede sujeto, como humedad, temperatura, características del sustrato (suelo), entre otros.
- Viabilidad de las semillas
Relacionada con la capacidad de germinación en condiciones medio ambientales favorables.

A cada una de las amenazas o riesgos para el flujo de genes se le adjudicó un carácter numérico asociado al nivel de incidencia y posibilidad que se considera puede llegar a tener sobre parientes silvestres.

Atendiendo a que a la fecha en el país ya ha sido liberado el algodón transgénico se realizó un primer análisis contemplando las zonas con este tipo de cultivos como de riesgo para el flujo de genes.

| Amenazas (agentes de riesgo que favorecen el flujo de genes) | Código |
|--|--------|
| Áreas cultivadas en algodón GM | 1 |
| Red vial | 2 |
| Red hídrica | 3 |
| Desmotadoras / centros de acopio | 4 |

Adicionalmente se plantea la necesidad de diseñar y seguir un protocolo para los eventos de liberación de OGM, para tal efecto en la figura 14 se muestra la secuencia propuesta,

la cual se encuentra fundamentada en los planteamientos de Conabio para este fin (Huerta, Barrios, Sánchez, & Acevedo, 2005).

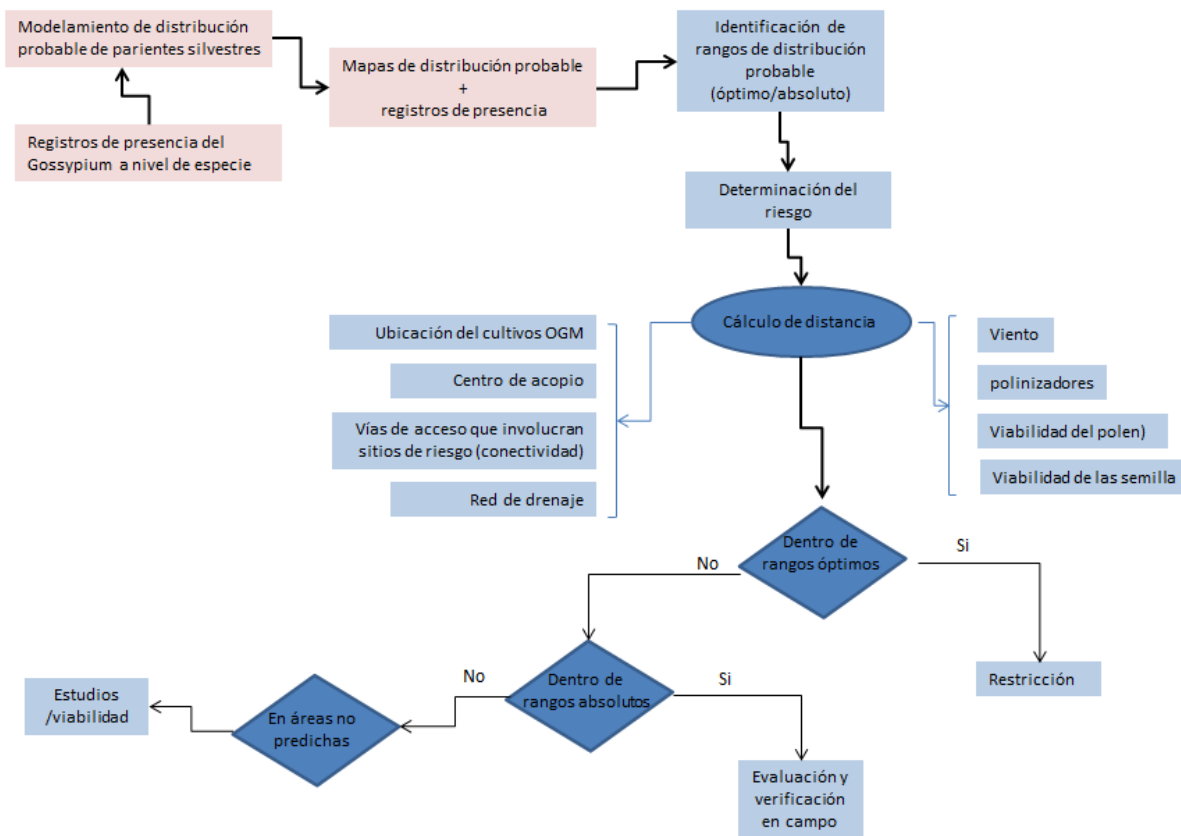


Figura 14 Diagrama de flujo de la secuencia para definición del riesgo – Protocolo propuesto para la liberación de cultivos OGM

Etapa 3

Construcción de una de matriz decisión para la evaluación del riesgo, para la cual se asume la distribución potencial de los parientes silvestres del algodón, como la vulnerabilidad inherente de la especie por proximidad a las condiciones definidas como de amenaza a la ubicación de cultivos, y por ende de las posibilidades de ser afectado por el transgen proveniente de los OGM.

Atendiendo a lo anterior se definen como vulnerabilidad (columna 1) los tres (3) rangos de distribución potencial obtenidos a partir del modelamiento unido a los puntos de presencia de la especie (resultantes de la depuración de las bases de datos) a los cuales se les realizó un buffer de 2Km.

Las amenazas trabajadas corresponden a la presencia de cultivos GM (buffer de 2Km), seguido de las vías (buffer de 1Km), la red de drenaje (buffer de 1Km) y los centros de acopio/desmotadoras (buffer 2Km). Del cruce de fila por columna, resulta una matriz con 17 posibles combinaciones, definiendo el mayor riesgo en aquellos lugares en donde se

ha registrado la presencia de la especie, marcados con A y dentro de ellos la población de parientes silvestres más vulnerable será aquella en donde existen cultivos genéticamente modificados, indicadas como A1. La tabla 3 muestra la matriz de evaluación, teniendo en cuenta solamente las variables físicas seleccionadas dado que como ya se ha mencionado, lo referente a las biológicas no pudo ser involucrado en este trabajo (a cargo de la coordinación del proyecto).

Tabla 3 Matriz para la evaluación del riesgo

| Parientes silvestres del algodón | | | Amenazas (Agentes de riesgo que favorecen el flujo de genes) | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|---|--|----------|-------------|----------------------------------|
| | | | Áreas cultivadas en algodón GM | Red vial | Red hídrica | Desmotadoras / centros de acopio |
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Vulnerabilidad | Presencia confirmada (registros) | A | A1 | A2 | A3 | A4 |
| | Altamente probable (Óptimos) | B | B1 | B2 | B5 | B4 |
| | Probable (Absolutos) | C | C1 | C2 | C3 | C4 |
| | No probable (No predicho) | D | D1 | D2 | D3 | D4 |
| | Demás áreas* | E | | | | |

(*) Lugares que no presentan ninguna de las condiciones de amenaza ni hay presencia de la especie

Para cada una de los niveles de riesgo fue trabajado un algoritmo apoyado en algebra de mapas, utilizando asignación de valores binarios a cada variable, “0” para la ausencia y “1” para la presencia. Los únicos valores trabajados con tres posibilidades, entre 0 y 2 lo constituyó el insumo de modelación de distribución probable de parientes silvestres, en donde los valores de “0” se asignaron a las áreas no predichas, “1” a las posibles y “2” a las altamente probables.

Como se muestra en la figura 15, la variación del riesgo tendrá una forma lineal con pendiente positiva, es decir que a medida que aumenta la posibilidad de presencia del pariente silvestre del algodón, mayor será su vulnerabilidad ante agentes que influyen en el riesgo por flujo de genes existentes en la zona.

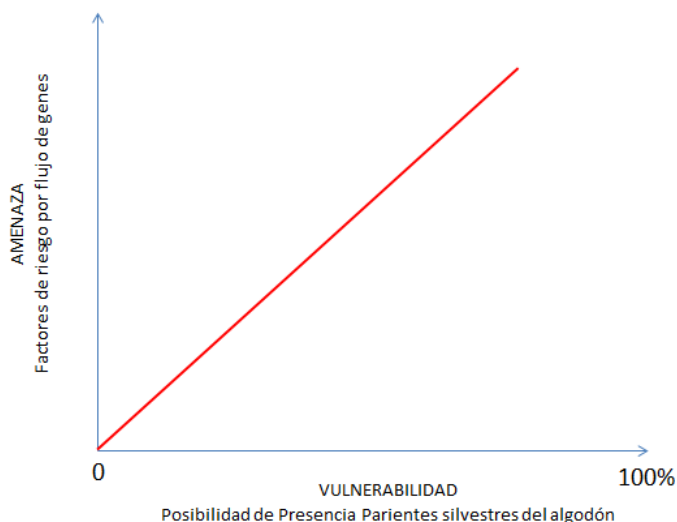


Figura 15. Tendencia del riesgo a partir de la vulnerabilidad (probabilidad de presencia del pariente silvestre) y su posibilidad de afectación con las amenazas identificadas en la zona.

En función de la distancia el riesgo del pariente silvestre disminuirá a medida que esta aumenta, pues la posibilidad de afectación será menor en cuanto más distante se encuentre el pariente silvestre de los agentes de riesgo.

Adicionalmente fue realizado un segundo análisis eliminando la variable de riesgo correspondiente a los cultivos genéticamente modificados existentes, con el fin de identificar la distribución del riesgo en un escenario supuesto, pero seguramente coincidente con el anterior a la entrada de los OGM a Colombia. Para este caso se obtuvieron 13 combinaciones posibles, y al igual que para el primer caso para cada una fue desarrollado un algoritmo, utilizando herramientas de análisis espacial. En la tabla 4 se muestra la conformación de la matriz de evaluación para este caso.

Tabla 4 Matriz para la evaluación del riesgo eliminando la variable de presencia de algodón GM

| Parientes silvestres del algodón | | | Amenazas (Agentes de riesgo que favorecen el flujo de genes) | | |
|----------------------------------|----------------------------------|---|--|-------------|----------------------------------|
| | | | Red vial | Red hídrica | Desmotadoras / centros de acopio |
| | | | 1 | 2 | 3 |
| Vulnerabilidad | Presencia confirmada (registros) | A | A1 | A2 | A3 |
| | Altamente probable (Óptimos) | B | B1 | B2 | B3 |
| | Probable (Absolutos) | C | C1 | C2 | C3 |
| | No probable (No predicho) | D | D1 | D2 | D3 |
| | Demás áreas | E | | | |

(*) Lugares que no presentan ninguna de las condiciones de amenaza ni hay presencia de la especie

La propuesta para la definición de riesgo admite cuantas variables se consideren necesarias o involucradas en la afectación.

Resultados

La distribución probable del *Gossypium* y la distribución de los niveles de riesgo muestran una clara relación entre los lugares encontrados como de mayor riesgo como los de mayor probabilidad de presencia.

Aunque las variables utilizadas para la obtención de la distribución y del análisis de riesgo por flujo de genes se encuentran soportadas en la teoría y en los registros de campo es necesario procurar involucrar más variables que ayuden a precisar las áreas tanto para el primero como para el segundo y adicionalmente trabajar en la obtención de mas información en campo.

Los resultados obtenidos para los dos análisis con y sin involucrar la variable de presencia de OGM muestran gran similitud, como lo muestra la figura 16.

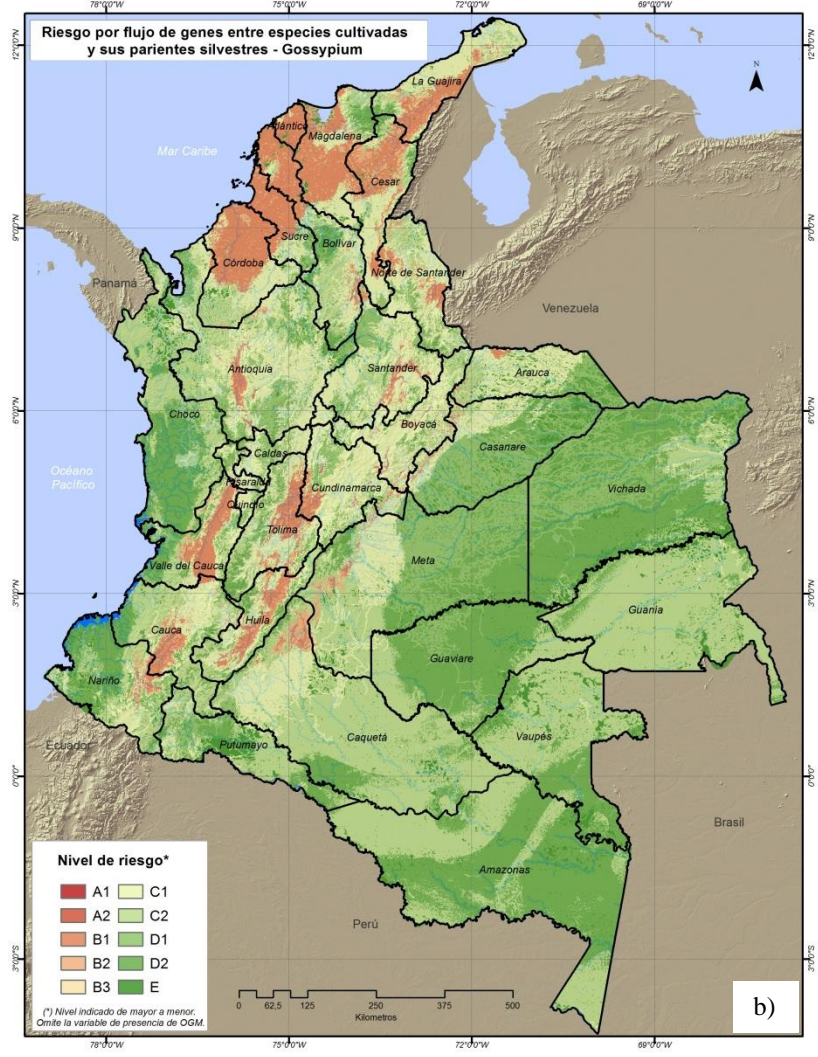
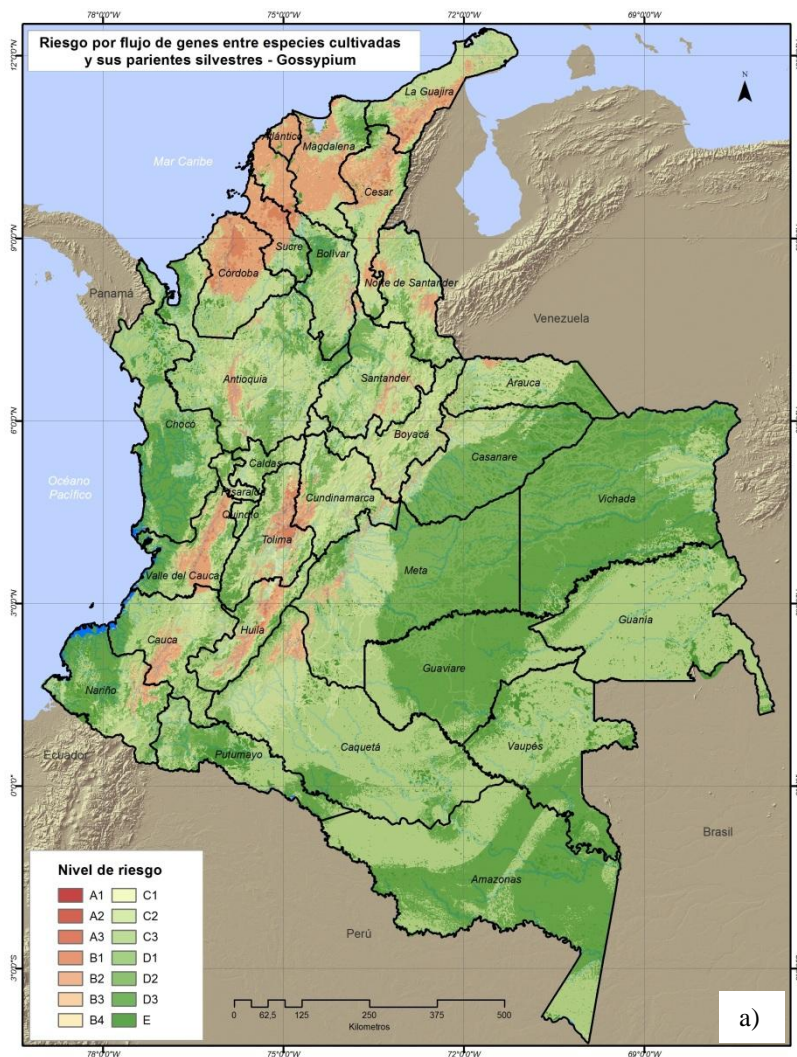


Figura 16. Análisis de riesgo por flujo de genes entre especies cultivadas y sus parientes silvestres a) con todas las variables seleccionadas, b) omitiendo la variable de presencia de cultivos GM Mapa resultante

Los lugares arrojados por el análisis como de mayor riesgo, se encuentran principalmente en la zona norte del país en los departamentos de Atlántico norte de Bolívar, Magdalena Cesar, Sucre y Córdoba, suroeste de La guajira. Al interior en límites entre Cundinamarca y Tolima y Nariño y Cauca, centro este del Valle del Cauca, Huila y Tolima, y en algunas zonas más reducidas en Antioquia, Santander, Norte de Santander, Arauca y piedemonte de Meta y Caquetá. Esta distribución del riesgo coincide con los lugares de presencia de OGM en el país a 2011, lo cual era de esperarse dado que es el rango ambiental de desarrollo del algodón. En la figura 17 se muestra esta coincidencia.

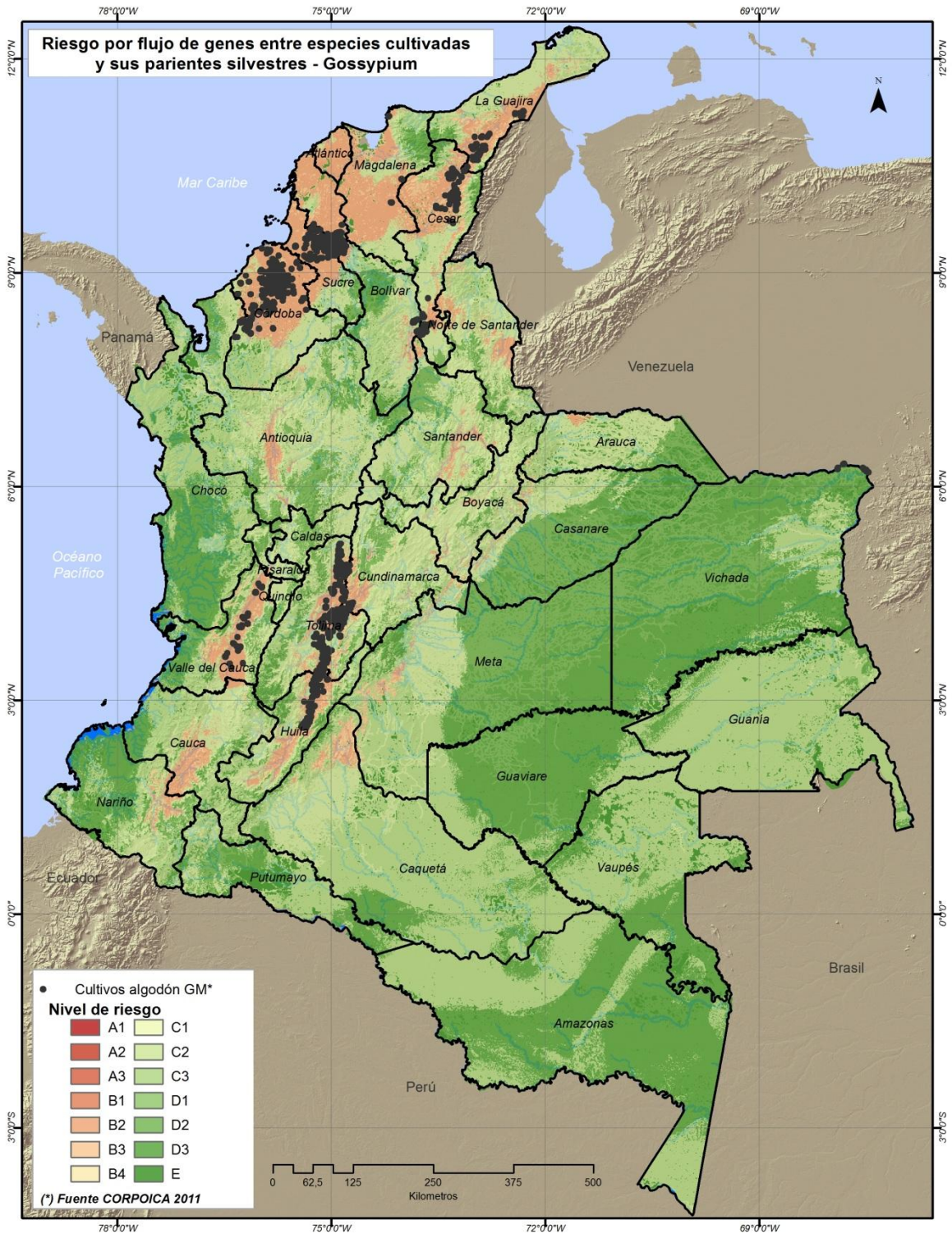


Figura 17. Cultivos en algodón GM para el 2011 (Corpoica) sobre mapa resultante del riesgo para la liberación de OGM en el país

6. Mapas impresos y digitales correspondientes al análisis de riesgo por flujo de genes entre especies cultivadas y sus parientes silvestres, conforme a la metodología desarrollada.

Actividades relacionadas:

Actividad 5: *Participar desde el componente de análisis geográfico, en el desarrollo e implementación de una metodología de análisis espacial dirigida a evaluar el riesgo por flujo de genes entre especies cultivadas y sus parientes silvestres.*

Elaboración del mapa que contiene los resultados de análisis de riesgo por flujo de genes generado a partir de las variables seleccionadas como posibles de afectación y la vulnerabilidad de los parientes silvestres a ellas, en función de su posible presencia y su proximidad a estos agentes de riesgo. Anexo 5, Mapas Riesgo

7. Dos informes técnicos de avance en los cuales se dé cuenta del desarrollo de las actividades del contrato, incluyendo las actas y/memorias de las reuniones o eventos.

Actividad 7: *Apoyar al contratista encargado de la coordinación del proyecto, en temas relacionados con el objeto del presente contrato, en las reuniones en las cuales sea convocado por el Instituto den el marco del convenio 10-230 (C-074-10)*

El soporte de esta actividad se encuentra en el compilado de las actas de reuniones realizadas tanto con la Coordinación del proyecto como con otras entidades en el desarrollo del trabajo. Anexo 6 Actas

Actividad 9: *Elaborar dos (2) informes bimestrales de avance, sobre el desarrollo de las actividades del presente contrato y un informe final con los resultados del contrato*

- Primer informe de avance del desarrollo del contrato entregado el 05 de septiembre de 2011
- Segundo informe de avance entregado el 01 de Noviembre de 2011.
- Informe final entregado con fecha 12 de Marzo de 2012.

Los dos informes parciales fueron entregados con las respectivas memorias y actas de reuniones realizadas tanto instituciones externas como con la coordinación del proyecto, así como los avances para las fechas mencionadas.

El informe final se entregó con todos los soportes requeridos atendiendo a las especificaciones contractuales. Anexo 7 Informes.

8. Informe final, escrito a manera de artículo científico, que describa los insumos, métodos y resultados obtenidos en el marco del contrato

Anexo 8 Artículo

9. Metadatos de la información generada en el desarrollo del contrato (de acuerdo con los estándares establecidos por el Sistema Nacional de Información en Biodiversidad)

Actividades relacionadas:

Actividad 8: Documentar metadatos de la información generada en el marco del presente contrato (documentos, bases de datos e información geográfica), con base en los lineamientos del grupo SIB

Actividad 10: Realizar la documentación de metadatos de todos los conjuntos de datos que se generen en el marco del presente contrato, de acuerdo con el estándar adoptado y propuesto por el Instituto Humboldt, en el desarrollo del Sistema de Información sobre Biodiversidad y con base en la herramienta de captura en línea (Sistema catalogador de Metadatos) disponible para tal fin.

Actividad 11: Permitir la publicación (puesta a libre disposición, en el dominio público) de los metadatos que se documenten en el marco del presente contrato; en particular, permitir la disponibilidad de dichos Metadatos a través de internet.

Para la información geográfica generada fue alimentado el metadato correspondiente, atendiendo a los lineamientos establecidos por el SIB. En total se alimentaron 17 metadatos los cuales se encuentran en las carpetas respectivas acompañando a las coberturas correspondientes y de manera independiente en la carpeta Anexo 9 Metadatos.

Bibliografía

- Bernal Garzón, M. V. (2001). Una propuesta que contribuye a la seguridad alimentaria en las veredas del sur de Tauramena (Casanare), con un enfoque de desarrollo humano. Bogotá D.C.
- Clieve, J. (2008.). Global Status of Commercialized Biotech. *GM Crops: ISAAA Brief No. 39*. ISAAA, Ithaca, NY.
- CONABIO Sistema de información de Organismos Vivos Modificados - SIOVM. Proyecto GEF - CIBIOGEM de Bioseguridad. (s.f.). *Información Taxonómica Gossypium barbadense, Gossypium hirsutum*.
- CONABIO. (s.f.). Sistema de información de Organismos Vivos Modificados (SIOVM). *Información taxonómica Algodón - Gossypium hirsutum*. México: Proyecto GEF-CIBIOGEM de Bioseguridad.

- CORPOICA. (s.f.). Banco de Germoplasma.
- CWR. (s.f.). Crop Wild Relatives.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the UN - Helping to build a world without hunger . (1993-2007). *Ecocrop*. Obtenido de <http://ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/home>
- GBIF. (2010). Global Biodiversity Information Facility. *Portal de datos de GBIF*, www.gbif.net. Copenhagen, <http://links.gbif.org>.
- Hernandez, P. G. (2006). The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distribution modeling methods. *Ecography* 29: 773–785.
- Hodson de Jaramillo E y Carrizosa P., M. (. (2007). Desarrollo de capacidades para la evaluación y gestión de riesgos y monitoreo de organismos genéticamente modificados (OGM). *Resultados de proyectos específicos*. IAvH. Tomo I. 99p.
- Huerta, E., Barrios, A., Sánchez, C., & Acevedo, F. (2005). *Manual paso a paso para realizar el análisis de riesgo a las solicitudes por liberación de organismos vivos modificados (en línea)*. México, D.F. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).
- IAvH. (2002). Instituto de Investigación en recursos biológicos, Alexander von Humboldt. *Cobertura de La Tierra. Escala 1:100.000*.
- IDEAM. (2010). *Leyenda Nacional de Coberturas de La Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia. Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales*. Bogotá D.C.: Scripto Ltda.
- Instituto de investigación en recursos biológicos Alexander von Humboldt. (2010). *GeoSib*. Recuperado el Febrero de 2012, de <http://www.humboldt.org.co/>: <http://hermes.humboldt.org.co/visoruniversal2010/bin/Visor.html>
- Jane Elith, C. H. (2006.). Novel methods improve prediction of species distributions from occurrence data. *Ecography* 29, 129-151.
- Liras, E. (mayo de 2008). ¿Qué modelo elegir? *Centro Andaluz para la Evaluación y Seguimiento del Cambio Global. Grupo de investigación Ecología de Zonas Áridas*. España: Dpto. Biología Vegetal y Ecología. Universidad de Almería.
- Mateo, M. R. (2008). Modelos Predictivos de riqueza de diversidad vegetal. *Comparación y optimización de métodos de modelado ecológico*. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid. .
- McGarigal, K. S. (Enero de 2002). FRAGSTATS 3.3 . *Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst*. . Available at the followin web site: <Http://www.umass.edu/landco/research/fragstats/fragstats.html>.
- Nosetto, M., Brizuela, A., & Aceñolaza, P. (2003). Obtención de firmas espectrales en forestaciones a partir de imágenes Landsat. *CIT Información Tecnológica*, 83-89.
- Orjuela-R. M.A., L. O. (Enero de 2012). *No. de colector MAO12-01*. Departamentos de Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba y Sucre.
- Pearson, R. T.-M. (2006). Model-based uncertainty in species range prediction. *Journal of Biogeography*. 33:1704-1711.
- Secretaría del convenio sobre diversidad biológica. (2000). Protocolo de Cartagena sobre seguridad de la biotecnología del convenio sobre diversidad biológica. Montreal.
- Steven J. Phillips, . R. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. . *Ecological Modelling*.
- Sunil, K., & Stohlgren, T. J. (2009). Maxent modeling for predicting suitable habitat for threatened an endangered tree *Canacomyrica monticola* in New Caledonia. *Journal of Ecology and Natural Environment Vol. 1(4) July*, pp. 094-098.

ANEXO1
Base de datos depurada y estandarizada
Lineamientos SiB

ANEXO 2

Modelización de la distribución geográfica potencial para Colombia, de parientes silvestres del algodón Documento analítico y resultados digitales

**ANEXO 3
COBERTURAS**

ANEXO 4
Análisis de Paisaje

ANEXO 5

**Mapas resultantes del análisis de riesgo
por flujo de genes entre especies cultivadas
y sus parientes silvestres**

ANEXO 6
Actas y memorias de reuniones

ANEXO 7
Informes

ANEXO 8
Artículo

ANEXO 9
Metadatos