

Impactos del cambio climático en los cultivos de papa del departamento de Boyacá – Colombia, análisis de causas y soluciones para la región

Julio Alberto Novoa Campos

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD
Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiental
Programa de Ingeniería Ambiental
Bogotá, Colombia
2020

Impactos del cambio climático en los cultivos de papa del departamento de Boyacá –Colombia, análisis de causas y soluciones para la región

Julio Alberto Novoa Campos

**Monografía presentada como requisito parcial para optar al título de:
Ingeniero Ambiental**

Director:

Yon Alexander Plazas Gómez

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD
Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiental
Programa de Ingeniería Ambiental
Bogotá, Colombia
2020**

“Hay suficiente en el mundo para las necesidades del hombre, pero no para su avaricia”.

Mahatma Gandhi

Agradecimientos

Este trabajo de grado no hubiera sido posible sin el apoyo de mi familia, en especial de mi hermana que siempre ha sido un pilar en mi vida, de mi madre que es el centro de mis decisiones y convicciones y de mi sobrina Gabriela a quien le dejo como legado el conocimiento que he podido construir para las generaciones futuras que con su visión integradora del mundo perciben el cambio climático como una realidad palpable y el cuidado del ambiente como una labor diaria que está inmersa en todas nuestras acciones.

A mis amigos (as) en especial a Jizeth Gonzales, Shirley Plazas, Anyela Masmela y Sebastián Monsalve por creer en mí y regalarme esas dosis de energía y de fortaleza en mis momentos más difíciles, a la vida y al universo por mostrarme el camino a seguir, a cada persona (docentes de la UNAD, compañeros de trabajo, y demás personas que he tenido la fortuna de conocer en este camino), que durante este periodo de formación me permitieron crecer como ser humano, ciudadano y profesional, creyendo en mí y me alentaron a ser cada día más exigente y disciplinado con mi trabajo, que es lo que puedo entregar en pequeña medida para mejorar las condiciones ambientales de nuestro hermoso pero maltratado planeta.

Finalmente agradezco al Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE, al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y al Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM por la valiosa colaboración en el suministro de las diferentes fuentes de información que permitieron dar el rigor necesario a la presente investigación.

Resumen

El desarrollo de la presente monografía sobre los impactos del cambio climático en la producción de papa en el departamento de Boyacá se planteó a partir de la necesidad de identificar cómo está impactando el cambio climático al sector agrícola, las variables que interfieren en la productividad campesina y las acciones adelantadas por los gobiernos nacional y departamental para plantear acciones de mitigación y adaptación frente al cambio climático que garanticen condiciones aptas para el desarrollo de la labor agrícola a mediano y largo plazo. Se seleccionó el cultivo de papa en el departamento de Boyacá debido a la importancia de dicho alimento para la dieta regional y nacional siendo uno de los departamentos de mayor aportación de este producto a nivel nacional.

Teniendo en cuenta que el objetivo aborda dos elementos de complejidad importante: el cambio climático y la producción agrícola, se planteó la revisión bibliográfica en cuatro secciones estratégicas con el fin de abordar de forma integral las diferentes variables de información requeridas: el cambio climático, la producción de papa en Boyacá, el cambio climático en Colombia y las medidas adoptadas para hacerle frente a dicho tema haciendo un énfasis en la producción agrícola y la variabilidad climática, específicamente en los cultivos de papa del departamento de la zona de estudio.

De esta forma, se presenta el resultado de la investigación documental realizada, a través de la cual se logró caracterizar el departamento de Boyacá, y hacer una contextualización sobre el cambio climático, qué es y qué tan importante es atender este tema dentro de la agenda política nacional y regional analizando los avances, pero también los retos que se tienen en la materia.

Por otro lado, se realizó la investigación sobre la producción de papa en Boyacá para un periodo de tiempo de 20 años tomando como base el año 1998, se determinó la importancia de seleccionar este periodo de tiempo debido a los múltiples acuerdos y convenios internacionales en los cuales Colombia ha participado desde dicha época, así como los impactos y fenómenos meteorológicos que se han presentado y que han afectado a Colombia y en especial a los productores agrícolas debido a la variabilidad climática donde el país se ve fuertemente afectado por su ubicación y condiciones geográficas así como por sus múltiples conflictos ambientales derivados del conflicto armado, la desigualdad social y la falta de acercamiento del gobierno con los territorios rurales.

Con los resultados de la investigación se logró determinar que si bien los cultivos de papa han tenido avances importantes en términos de producción y rendimiento en los últimos 20 años, también presentan importantes desafíos que deben ser atendidos regionalmente y que se asocian con el uso adecuado del suelo, la delimitación de zonas de cultivo, la gestión de residuos y el uso adecuado y responsable de productos agroquímicos y la preparación de los productores, donde es fundamental la construcción de conciencia con el fin de empoderarlos sobre su papel estratégico en la adaptación y mitigación del cambio climático, en la producción agrícola.

Palabras claves: *Boyacá, cambio climático, mitigación, adaptación, papa, resiliencia, gases de efecto invernadero, producción agrícola, variabilidad climática.*

Abstract

The development of this monograph on the impacts of climate change on potato production in the department of Boyacá was raised based on the need to identify how climate change is impacting the agricultural sector, the variables that interfere with peasant productivity and the actions carried out by the national and departmental governments to propose mitigation and adaptation actions against climate change that guarantee conditions suitable for the development of agricultural work in the medium and long term. Potato cultivation was selected in the department of Boyacá due to the importance of this food for the regional and national diet, being one of the departments with the greatest contribution of this product nationwide.

Taking into account that the objective addresses two elements of important complexity: climate change and agricultural production, the bibliographic review was proposed in four strategic sections in order to comprehensively address the different information variables required: climate change, Potato production in Boyacá, climate change in Colombia and the measures taken to address this issue with an emphasis on agricultural production and climate variability, specifically on potato crops in the study area department..

In this way, the result of the documentary research carried out is presented, through which it was possible to characterize the department of Boyacá, and make a contextualization about climate change, what it is and how important it is to address this issue within the agenda National and regional policy analyzing the progress, but also the challenges in this area.

On the other hand, the research on potato production in Boyacá was carried out for a period of 20 years based on the year 1998, the importance of selecting this period of time

was determined due to the multiple international agreements and conventions in the which Colombia has participated since that time, as well as the impacts and meteorological phenomena that have occurred and that have affected Colombia and especially agricultural producers due to climatic variability where the country is strongly affected by its location and geographical conditions as well as for its multiple environmental conflicts derived from the armed conflict, social inequality and the lack of rapprochement of the government with the rural territories.

With the results of the investigation it was possible to determine that although potato crops have had significant advances in terms of production and yield in the last 20 years, they also present important challenges that must be addressed regionally and that are associated with the proper use of soil, the delimitation of cultivation areas, waste management and the appropriate and responsible use of agrochemicals and the preparation of producers, where awareness building is essential in order to empower them on their strategic role in adaptation and mitigation of climate change, in agricultural production.

Keywords: Boyacá, climate change, mitigation, adaptation, potato, resilience, greenhouse gases, agricultural production, climate variability.

Contenido

1. Justificación.....	8
2. Planteamiento del problema	10
3. Objetivos.....	13
3.1 General	13
3.2 Específicos	13
4. Marco de referencia	14
4.1 Marco conceptual.....	14
4.1.1 El cambio climático	14
4.1.2 El efecto invernadero	15
4.2 Marco teórico.....	17
4.2.1 Impactos del cambio climático a escala mundial.....	17
4.2.2 Impactos del cambio climático en la seguridad alimentaria	21
4.3 Marco legal.....	25
5. Metodología	29
5.1 Boyacá.....	29
5.1.1 Geografía.....	29
5.1.2 Clima y características ambientales	32
5.1.3 Hidrografía	35
5.1.3.1 Variabilidad climática, vulnerabilidad hídrica e impactos en la región	39
5.1.4 Población y economía	50
5.1.4.1 Población.....	50
5.1.4.2 Economía.....	55
5.1.5 Problemáticas ambientales del departamento de Boyacá.....	63
5.2 Producción de papa, rendimiento de cultivos en la región de Boyacá periodo 1998 – 2018 y variables ambientales	69
5.2.1 Tipos de papa cultivada en la región de Boyacá.....	80

5.2.2	Nutrientes y condiciones necesarias para la producción de la papa	87
5.2.3	Variables ambientales incidentes en la producción de papa	92
5.3	El cambio climático en Colombia	96
5.3.1	Impactos representativos del del cambio climático en Colombia	101
5.3.2	Impactos del cambio climático en el sub sector agrícola.....	107
5.3.3	Acciones adelantadas en Colombia frente al cambio climático	110
5.3.4	Acciones adelantadas en el marco de la producción de cultivos de papa frente al cambio climático en Boyacá.....	124
6.	Conclusiones y recomendaciones.....	128
	Conclusiones	128
	Recomendaciones	130
7.	Glosario.....	132
8.	Bibliografía	133

Lista de figuras

<i>Figura 1</i> Descripción gráfica del efecto invernadero.....	16
<i>Figura 2</i> Promedio global de concentraciones de gases de efecto invernadero	18
<i>Figura 3</i> Emisiones antropogénicas globales de CO ₂	18
<i>Figura 4</i> Distribución político Administrativa del departamento de Boyacá.....	32
<i>Figura 5</i> Hidrografía del departamento de Boyacá.....	38
<i>Figura 6</i> Hectáreas de áreas sembradas departamento de Boyacá periodo 2011-2017	58
<i>Figura 7</i> Participación del PIB del departamento de Boyacá sector primario: explotación agropecuaria.....	60
<i>Figura 8</i> Composición del sector secundario de la economía para el departamento de Boyacá	62
<i>Figura 9</i> Problemáticas ambientales del departamento de Boyacá.....	68
<i>Figura 10</i> Producción total de papa en Boyacá 1997-2003	76
<i>Figura 11</i> Rendimiento de cultivos de papa 1997-2003	77
<i>Figura 12</i> Producción total de papa en Boyacá 2004-2010	77
<i>Figura 13</i> Rendimientos de cultivos de papa 2004-2010.....	78
<i>Figura 14</i> Producción total de papa en Boyacá 2011-2017	78
<i>Figura 15</i> Rendimiento de cultivos de papa 2011-2017	79
<i>Figura 16</i> Producción total de papa en Boyacá 1997-2017	79
<i>Figura 17</i> Líneas de tendencia de precipitación del altiplano Cundiboyacenses periodo 1980-2000	93
<i>Figura 18</i> Datos numéricos de la precipitación, evapotranspiración de cultivos bajo condiciones estándar y balance hídrico 2003-2013 de la zona centro del departamento de Boyacá.....	95
<i>Figura 19</i> Aporte de emisiones de CO ₂ Eq por sectores en Colombia.....	97
<i>Figura 20</i> Objetivos de Desarrollo Sostenible	99
<i>Figura 21</i> Contribuciones de Colombia frente al acuerdo de Paris 2015.....	100
<i>Figura 22</i> Resumen escenarios de cambio climático departamental 2011-2100.....	104
<i>Figura 23</i> Ficha de análisis departamental de los escenarios del cambio climático – Boyacá.....	106
<i>Figura 24</i> Antecedentes para la construcción de la Política Nacional de Cambio Climático	111
<i>Figura 25</i> Articulación de líneas estratégicas e instrumentales de la PNCC	114
<i>Figura 26</i> Resultado Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1990 a 2012.....	123

Lista de tablas

Tabla 1 Posibles impactos del cambio climático a escala mundial	20
Tabla 2 Posibles impactos del cambio climático relacionados con la seguridad alimentaria	23
Tabla 3 Marco legal asociado al cambio climático en Colombia.....	25
Tabla 4 Relación de las provincias con cada municipio del departamento de Boyacá.....	30
Tabla 5 Pisos térmicos del departamento de Boyacá.....	34
Tabla 6 Descripción general de las principales cuencas hidrográficas del departamento de Boyacá	35
Tabla 7 Zonas susceptibles al desabastecimiento de agua en temporadas secas y potencialidad de uso de aguas subterráneas.	41
Tabla 8 Proyección poblacional departamento de Boyacá 1998-2018.....	50
Tabla 9 Distribución de la población del departamento de Boyacá 2017.....	52
Tabla 10 Distribución poblacional por municipios	53
Tabla 11 PIB nacional y participación departamental constante a precios corrientes 1998-2018 (Miles de millones de pesos).....	55
Tabla 12 Usos del suelo en Boyacá a nivel agropecuario y forestal	57
Tabla 13 Distribución de usos del suelo entre los subsectores pecuario y agrícola	57
Tabla 14 Relación de cultivos anuales departamento de Boyacá 2011 -2017	59
Tabla 15 Relación de cultivos permanentes departamento de Boyacá 2011 -2017.....	59
Tabla 16 Relación de cultivos transitorios departamento de Boyacá 2011 -2017.....	59
Tabla 17 Distribución de las jurisdicciones ambientales que inciden en el departamento de Boyacá	64
Tabla 18 Variación anual de la temperatura máxima media, temperatura mínima media y la precipitación anual de las estaciones meteorológicas del departamento de Boyacá.....	66
Tabla 19 Producción de papa departamento de Boyacá periodo 1997 - 2018	71
Tabla 20 Generalidades de los tipos de papa del departamento de Boyacá.....	82
Tabla 21 Características productivas de la papa cultivada en Boyacá.....	87
Tabla 22 Objetivos de la Política Nacional de Cambio Climático	113
Tabla 23 Plan de acción de la Política Nacional de cambio climático – Sector agropecuario.....	115
Tabla 24 Iniciativas de coordinación interinstitucional e intersectorial frente al cambio climático	118
Tabla 25 Principales normas creadas en Colombia en el marco del cambio climático	120
Tabla 26 Principales medidas de adaptación en Colombia – sector agrícola.....	125

Introducción

La seguridad alimentaria y el cambio climático son dos elementos que tienen una relación directa entre sí y que a su vez condicionan la calidad de vida de la población a nivel mundial impactando de forma más directa a los países en vías de desarrollo.

Colombia es un país megadiverso con una gran variedad de recursos naturales en toda su extensión territorial, permitiéndole ser fuente de producción de diversos cultivos de frutas, verduras, hortalizas, flores e individuos forestales, así como de la cría de semovientes, peces, porcinos y aves de gran variedad, siendo una despensa importante de recursos alimenticios dentro y fuera del territorio nacional.

La papa es un alimento que juega un papel fundamental en la dieta de la población colombiana, lo cual ha generado gran preferencia por el consumo diario de este alimento, principalmente en población de nivel económico medio o bajo, y de forma regular en los niveles económicos altos (Rodríguez Q. P., 1996).

Para el año 2003 Colombia se encontraba en la posición No. 17 de los países productores de cultivos de papa, siendo este alimento para la población colombiana uno de los insumos básicos dentro de la dieta regular, aporta gran cantidad de nutrientes tales como la vitamina A, B₁, B₂, C y la Niacina, siendo una fuente importante de calorías. Así mismo, es de fácil producción y alto rendimiento lo que permite su aprovechamiento en términos de productividad para pequeños minifundistas de diversas zonas del país.

El departamento de Boyacá presenta aportes importantes al sector agrícola siendo el segundo departamento con mayor nivel de Unidades Productivas Agropecuarias – UPA, con una participación del 20,7% de áreas sembradas con cultivos de papa del total nacional

para el año 2014 (FNFP, 2016). Para el año 2018 se presentó una reducción en de las áreas sembradas para la producción de papa de 1,6% asociada principalmente a la llegada del Fenómeno del niño para finales de año e inicios del año 2019, esto a su vez impacto en la producción de toneladas netas que presentó una reducción del 5,9% entre los años 2017 y 2018 (FNFP, 2018).

En Colombia diferentes actividades antrópicas como la minería, la ganadería extensiva, la agricultura, la industria manufacturera, la producción de energía, la expansión urbana (en gran cantidad de ocasiones de forma no regulada o no monitoreada por las autoridades y entes del orden público) y el conflicto armado, han ocasionado daños a ecosistemas estratégicos como los páramos, humedales, bosques de tipo alto andino entre otros y a su vez en cuerpos de agua, esto directamente genera escenarios de baja resiliencia frente a los fenómenos meteorológicos atípicos como heladas más intensas y fuera de los ciclos meteorológicos habituales, periodos de sequía de mayor duración, menor resistencias a plagas y enfermedades y pérdidas importantes de ecosistemas estratégicos para la supervivencia de las comunidades principalmente campesinas.

Desde la primera revolución industrial la temperatura promedio de la tierra ha aumentado 1°C, siendo la principal causa las diferentes actividades humanas alineadas con el acelerado proceso de producción en masa mecanizado e industrializado (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017), lo cual a su vez ha ocasionado impactos importantes en todo el planeta y ha modificado gravemente ecosistemas estratégicos para el abastecimiento del agua reduciendo la capacidad de estos para recuperarse a cambios meteorológicos abruptos, impactando principalmente a los países en vías de desarrollo.

Con el desarrollo del presente trabajo de grado se hace la revisión de literatura principalmente nacional acerca del comportamiento del cambio climático en el sector agrícola, específicamente en la producción de papa del departamento de Boyacá, pasando por la revisión de las acciones adelantadas por el gobierno nacional (ministerios, entes territoriales y gobiernos locales, institutos de investigación científica entre otros) con el fin de identificar las variaciones presentadas en la producción de papa, la incidencia de los fenómenos agroclimáticos recientes y la interacción con el cambio climático visto en un

periodo de tiempo de 20 años (1998-2018), verificando las principales acciones adelantadas en materia de mitigación y adaptación así como los retos a futuro.

1. Justificación

Colombia ha buscado la construcción y consolidación de avances representativos asociados a la lucha del cambio climático como la estructuración e implementación (aún en proceso) de estrategias de desarrollo bajo en carbono, la estructuración de proyectos de recuperación de áreas deforestadas y la protección de paisajes importantes para el país, buscando de esta forma propiciar la reducción a mediano y largo plazo de los impactos de las emisiones contaminantes, la sobreexplotación de recursos y la minimización de la huella de carbono (CECODES, 2015). Así mismo el sector agropecuario es uno de los principales causantes de emisiones de Gases de Efecto Invernadero, contando con 6 fuentes generadoras: fermentación entérica (48,5%), manejo de estiércol (47,5%), cultivos de arroz (2%), quema prescrita de sabanas, quema en campo de residuos agrícolas y suelos agrícolas (Ministerio de agricultura y Desarrollo Rural, 2015), las cuales requieren atención específica teniendo en cuenta las capacidades técnicas, económicas y sociales existentes a nivel agropecuario.

El departamento de Boyacá es uno de los más importantes del país, tanto por su ubicación geográfica y su estructura ecológica principal como por su impacto en la economía nacional principalmente a nivel agropecuario. Cuenta con una importante variabilidad climática pasando por climas fríos (62%), templados (22%) y cálidos (16%) (Gobernación de Boyacá, 2016), lo que permite una producción agrícola diversa y amplia, sin embargo, también se convierte en una zona altamente vulnerable a los fenómenos meteorológicos asociados a los efectos del cambio climático como las heladas y las sequías en diferentes épocas del año.

En la actualidad a nivel nacional existen estrategias enmarcadas en el Plan Nacional de Adaptación al cambio climático para minimizar las emisiones de mejorando paralelamente la productividad del sector (Ministerio de agricultura y Desarrollo Rural, 2015), en este contexto es importante reconocer como han sido las acciones y los avances a nivel regional en el departamento de Boyacá para la implementación de dichas estrategias y los retos a futuro frente a la meta nacional de reducción en un 20% de las emisiones de Carbono para el año 2030, logrando identificar el o los derroteros necesarios para el sector agropecuario en el departamento de Boyacá, abarcando de forma integral las

particularidades de la región desde un análisis completo a nivel productivo y organizacional identificando las limitaciones a nivel económico, técnico, social y cultural que actualmente existen para dicha tarea.

Teniendo en cuenta lo anterior, es necesario reconocer como se ha desarrollado el trabajo de mitigación y adaptación al cambio climático del sector agrícola en el departamento de Boyacá contemplando tanto las medidas generales tomadas a nivel nacional como las acciones específicas centradas en cada región del país hasta las particularidades propias del territorio de Boyacá como eje central de la investigación, las medidas de adaptación establecidas, ejecutadas y/o en procesos de implementación, y las necesidades, los retos y las fallas que requieren ser atendidas para lograr avances oportunos y eficientes así como cambios a mediano y largo plazo para enfrentar el cambio climático a nivel regional.

2. Planteamiento del problema

El cambio climático si bien es un proceso natural dentro de los cambios ambientales del planeta, ha sufrido un acelerado incremento debido a factores antrópicos que han causado un deterioro en gran parte de los ecosistemas, esto como consecuencia, ha ocasionado el proceso acelerado del derretimiento de los polos, el aumento en el nivel de los océanos y variabilidades más intensas en los fenómenos del niño y la niña (Fernandez, 2013).

Todo ello ha generado una serie de cuestionamientos desde mediados del siglo XX sobre los sistemas de producción acelerados y los impactos que estos ocasionan en la estabilidad climática del planeta. En este sentido, el enfoque de la agricultura y en especial del desarrollo de las actividades agrícolas ha generado una atención importante principalmente en los países en vías de desarrollo debido a las implicaciones ambientales que existen entorno al uso del suelo, agua y cuidados en monocultivos y procesos de producción agrícola, planteando la necesidad de establecer mejores patrones de conducta en términos de producción y consumo de bienes y servicios ambientales, buscando de esta forma remediar a largo plazo los estragos de las malas prácticas de producción efectuadas en el pasado.

Colombia dentro de sus incipientes necesidades de adaptación al cambio climático, ha logrado no solo establecer de forma concreta acciones enmarcadas en acuerdos internacionales como la reciente firma (e implementación en proceso) del acuerdo de París sobre cambio climático, sino en escenarios previos como el protocolo de Kioto o la cumbre de Río, en las cuales a través de estrategias operativas de carácter gubernamental ha logrado cimentar las bases para un ejercicio de estudio ambiental enfocada en la adaptación y mitigación del cambio climático de forma más real frente a las necesidades y problemáticas locales. Entre algunos ejemplos de dichas acciones es necesario resaltar la primera comunicación nacional sobre el cambio climático (PCN) o el proyecto piloto nacional de adaptación del cambio climático (INAP), las cuales han sido estrategias claras con inversiones reales por parte del gobierno para lograr entender y establecer estrategias operativas efectivas ante la lucha frente al cambio climático.

Si bien Colombia es un micro generador de Gases de Efecto Invernadero a nivel mundial con una producción del 0,37% para el año 2004 (IDEAM, 2014a); es indispensable que se trabaje en la disminución de GEI de forma continua debido a los delicados ecosistemas que existen en el territorio nacional y que se establezcan mejores formas de producción con el fin de remediar los impactos negativos de la producción meramente extractiva, dando cumplimiento a su vez a los acuerdos internacionales de índole ambiental firmados por Colombia. La agricultura, la generación de energía y el uso del suelo son algunas de las grandes fuentes de generación de GEI de Colombia y son puntos de atención importantes para el desarrollo de acciones de mitigación y adaptación al cambio climático (IDEAM, 2014a)

En este sentido, es importante mencionar que la región andina abarca más del 50% del total de la población nacional Colombiana (Murad, 2003), convirtiéndose en el territorio con mayor densidad poblacional del país, así mismo, el departamento de Boyacá es un referente importante en la producción agropecuaria a nivel regional y nacional aportando en promedio el 17% del PIB departamental y el 0.5% del PIB nacional entre los años 2000 y 2016 (DANE, 2018); en este sentido, el departamento de Boyacá cuenta con una participación del 26% de producción de papá a nivel nacional solamente superada por el departamento de Cundinamarca, esto impacta positivamente a dicha región en materia socio económica ya que se convierte en una fuente de generación de empleo importante beneficiando alrededor de 110.000 familias productoras y generando un estimado de 300.000 empleos (FEDEPAPA, 2018), con la generación de empleos y oportunidades de fortalecimiento del sector productivo el cultivo de este producto tiene grandes impactos para la economía nacional.

Así mismo a nivel nacional la papa se ha convertido en un insumo importante para la dieta de la población, un estudio del año 2018 realizado por FEDEPAPA y NIELSEN Colombia obtuvo como resultado que las ciudades con mayores índice de consumo de papa¹ son Bogotá (64.8), Bucaramanga (54.9), Medellín (46.6), Cartagena (45.1), Manizales (41.4),

¹ Los datos del índice de consumo están presentados en kilogramo per cápita en un periodo promedio de un año.

Ibagué (39.5), Pereira (31.4), Cali 27.7) y Barranquilla (21.4), esto representa cerca del 70% de consumo total del país, así mismo, la variedad en el consumo tiene unas implicaciones importantes teniendo en cuenta que dicho tubérculo hace parte de la dieta fundamental de gran parte de la población y su consumo es regular para las tres comidas principales (FEDEPAPA, 2018).

3. Objetivos

3.1 General

Analizar las consecuencias del cambio climático en la producción de papa del departamento de Boyacá en los últimos 20 años (periodo 1998-2018).

3.2 Específicos

- Identificar las variables ambientales que inciden en la producción de papa del departamento de Boyacá.
- Analizar el comportamiento en los últimos 20 años de las variables ambientales identificadas.
- Realizar el análisis de la variabilidad en la producción de papa del departamento de Boyacá en los últimos 20 años.
- Identificar el estado de avance de las acciones adelantadas por el gobierno nacional y departamental en la región de Boyacá para enfrentar el cambio climático.

4. Marco de referencia

4.1 Marco conceptual

Los diversos comportamientos antrópicos de desarrollo económico, social y cultural han generado acelerados procesos de afectación ambiental negativa, como es el caso de la tala excesiva de bosques para la producción de papel, y la industria maderera o la quema de combustibles fósiles que han deteriorado ambientes naturales estratégicos impactando la fauna, la flora y el comportamientos de los ciclos del agua, el nitrógeno, el oxígeno y el carbono entre otros (WWF, 2018).

El cambio climático debido a factores antropogénicos es un fenómeno real que impacta a todas las poblaciones a escala mundial, sin embargo, dichos impactos son variables teniendo en cuenta condiciones geoespaciales, demográficas y culturales. Según la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático, este se define como el “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables”, esto sin duda representa una alerta respecto al clima y su estabilidad actual que a mediano y largo plazo generará afectaciones a gran escala en materia de calidad de vida y seguridad alimentaria.

Desde la cumbre de río realizada en 1992 en la ciudad de Río de Janeiro - Brasil, hasta el Acuerdo de Paris celebrado en el año 2015 en Paris – Francia, se han definido rutas de trabajo enfocadas en la reducción de GEI, y medidas desde diversos sectores para mitigar al máximo los impactos del cambio climático a nivel mundial, para ello, un primer paso fundamental es romper la barrera que existe frente al imaginario del cambio climático y su incidencia a escala global.

4.1.1 El cambio climático

Como ya se ha mencionado anteriormente el cambio climático tiene una relación directa con el desarrollo de actividades humanas y su acelerado uso de recursos fósiles e

intervención desmedida de la naturaleza, esto ha generado impactos significativos a escala global en todos los componentes del sistema climático.

Si bien, este fenómeno tiene factores ambientales asociados al tiempo y las interacciones naturales del planeta, es indispensable identificar los elementos antrópicos que han acelerado los cambios en escala de tiempo en los últimos 200 años. El cambio climático tal como es conocido en la actualidad es originado por factores netamente humanos, el uso excesivo de combustibles fósiles es en gran medida el principal aportante de las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

Para entender el clima y el cambio que ha sufrido en los últimos decenios a nivel mundial, es preciso resaltar que el mismo está determinado por su masa total, su distancia respecto al sol y la composición de su atmósfera (González, y otros, 2003), esto sumado a las interacciones del sistema climático y la intervención sobre todos los recursos naturales sin tener en cuenta las medidas y/o consecuencias ambientales, han causado el acelerado proceso del cambio climático y su consecuencia más relevante el calentamiento global.

El sistema climático está conformado por la atmósfera (capas gaseosas que rodean la tierra), la hidrósfera (agua dulce y salada en estado líquido), criosfera (capas de hielo continental y marino), la litosfera (las formaciones de suelo a nivel mundial) y la biosfera (comprende todas las formas de vida del planeta), y se ven afectados entre sí por el efecto invernadero que es a su vez un fenómeno estratégico en el Calentamiento Global.

4.1.2 El efecto invernadero

El efecto invernadero es el fenómeno natural que permite el desarrollo de la vida en la tierra, el mismo se da a través de la retención de radiación solar que permite incrementar la temperatura de la tierra a niveles óptimos para el desarrollo de la vida. Para que dicho fenómeno se pueda desarrollar tal como es conocido, la presencia de GEI es un factor fundamental a tener en cuenta.

Los principales GEI son el carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O₃), los fluorocarbonados, los hidrofluorocarbonados (HFC), perfluoroetano (C₂F₆), el

hexafluoruro de azufre (SF₆), y el vapor de agua, cada uno de ellos tiene un potencial distinto de retener la radiación solar, sin embargo el vapor de agua y el CO₂ son los de mayor presencia en la atmósfera y a su vez los de mayor generación a escala mundial (Rodríguez, Mance, Barrera, & García, 2015).

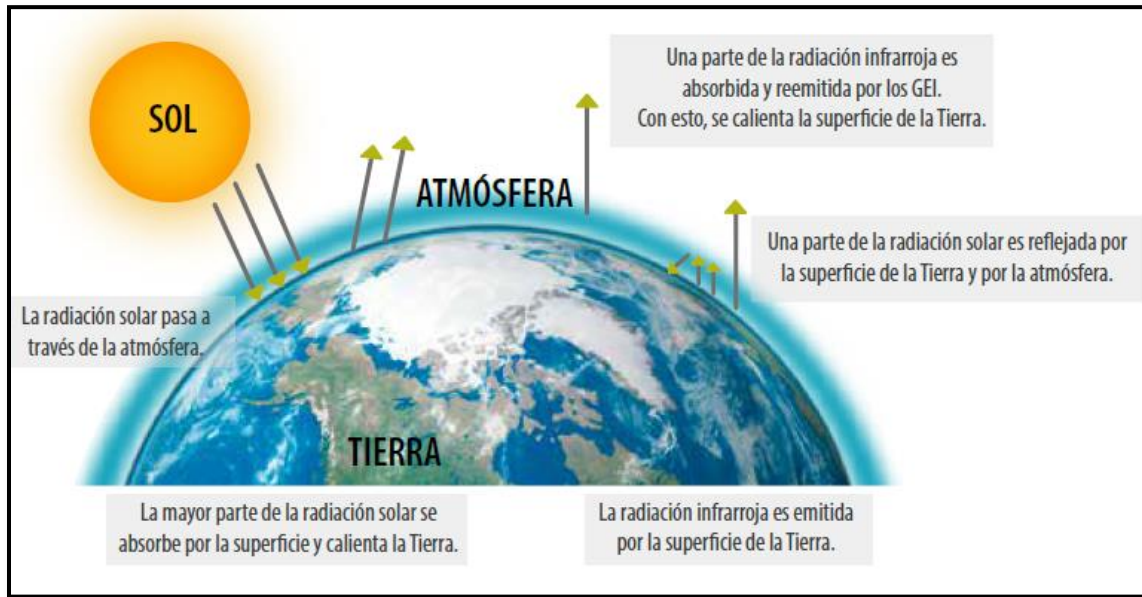


Figura 1 Descripción gráfica del efecto invernadero
Adaptado de: (Rodríguez, Mance, Barrera, & García, 2015)

Si en el planeta no existiera el efecto invernadero en la justa proporción actual, la vida en la tierra no sería posible ya que los niveles de temperatura serían inferiores a 15 °C bajo cero (Rodríguez, Mance, Barrera, & García, 2015).

Si bien este comportamiento se presentó de forma natural en la tierra, el desarrollo acelerado de actividades asociadas con la sobre explotación de los recursos disponibles como fuentes de energía de origen fósil propició el incremento de los GEI en la atmósfera, aumentando a su vez la retención de radiación solar en la tierra y acelerando de esta forma el incremento de los niveles temperatura a escala global.

De igual forma, en la actualidad el planeta tiene una resiliencia tal que permite equilibrar las cargas contaminantes asociadas a los fenómenos naturales; el impacto sobre los sumideros de carbono (espacios naturales con capacidad de absorber y procesar el carbono permitiendo un equilibrio con el entorno tales como selvas, bosques y océanos) ha ido

umentando, así como los altos niveles de generación de carbono lo que ha causado que sea insostenible equilibrar la carga de entrada y salida de carbono de todo el sistema climático.

Para el año 2015 la tierra presentó una concentración de GEI de 400 partes por millón incrementando en más de 100 partes por millón en al menos 200 años (Rodríguez, Mance, Barrera, & García, 2015), este aumento obedece al acelerado consumo de recursos asociado principalmente con el progreso de la revolución industrial en sus tres primera etapas que impulsaron directamente la tendencia globalizada de consumo de bienes y servicios.

Como resultado del incremento acelerado del efecto invernadero en la tierra los fenómenos naturales tales como el derretimiento de los casquetes polares, los incendios forestales o las anomalías en el comportamiento climático mundial han ocasionado como consecuencia el cambio climático que afecta a toda la población mundial, impactando de forma directa a las especies de vida animal y vegetal de todo el mundo y causando mayor impacto en países en vías de desarrollo donde la relación con los entornos naturales es mayor que en países desarrollados.

4.2 Marco teórico

4.2.1 Impactos del cambio climático a escala mundial

El último informe del IPCC hace un análisis de los cambios sufridos por el planeta en los últimos decenios presentando el panorama y las concentraciones de los tres principales gases de estudio (carbono –CO₂, metano - CH₄ y óxido Nitroso - N₂O), los cuales son los de mayor generación a escala global junto con el vapor de agua², con el fin de comprender de forma más sencilla las principales incidencias del cambio climático, es necesario analizar las figuras 2 y 3 que se presentan a continuación:

² El vapor de agua no se mide teniendo en cuenta que su principal fuente de generación es por causas naturales asociadas a su ciclo biogeoquímico.

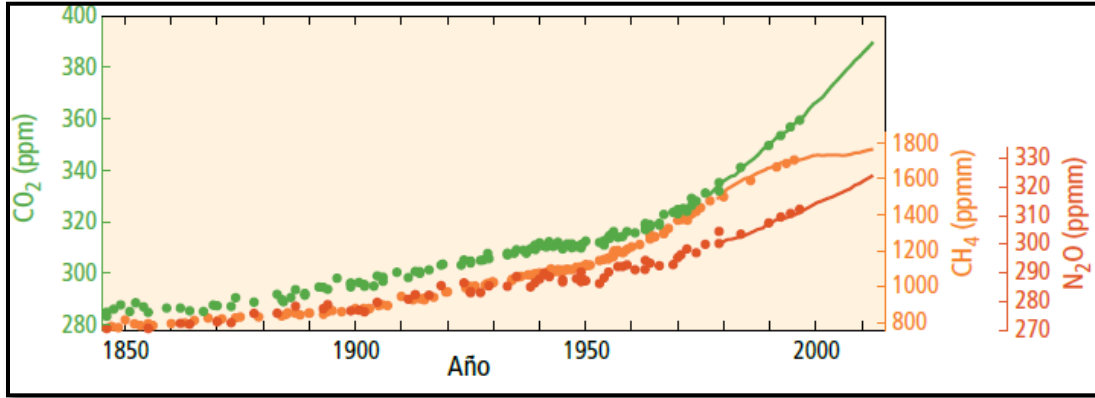


Figura 2 Promedio global de concentraciones de gases de efecto invernadero
Fuente: Adaptado de (IPCC, 2015)

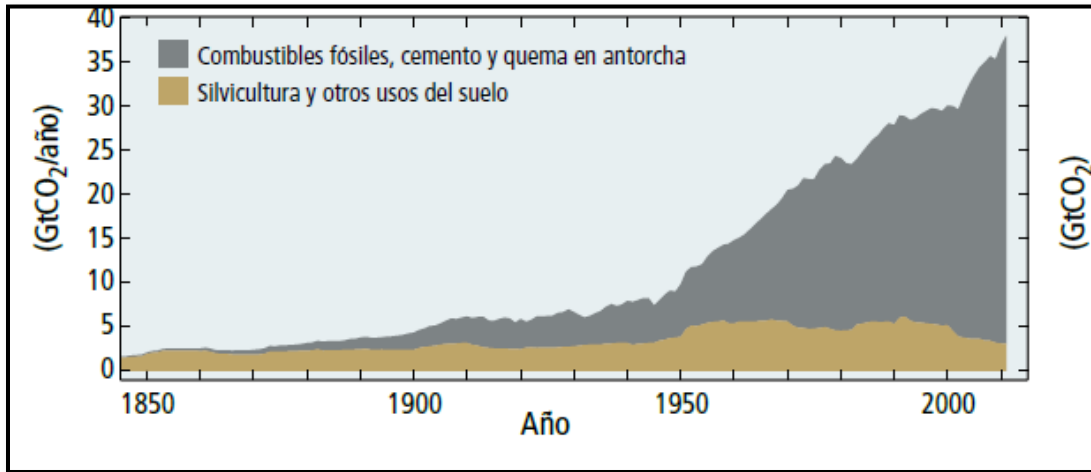


Figura 3 Emisiones antropogénicas globales de CO₂
Fuente: Adaptado de (IPCC, 2015)

Como se puede apreciar en la figura 2 las concentraciones de metano, dióxido de carbono y dióxido de nitrógeno han incrementado su concentración de partes por millón – ppm en la atmósfera en los últimos 150 años, esto a su vez se relaciona directamente con la información del figura 3 donde es posible apreciar el incremento en el mismo periodo de tiempo del uso de combustibles fósiles y el desarrollo de actividades de silvicultura y usos del suelo (si bien el segundo es un proceso que se da en menor escala comparado con el uso de combustibles, es un factor relevante para la investigación), ambos factores incidentes en el incremento de gases de efectos invernadero y por ende en los impactos consecuentes del mismo.

En gran medida las consecuencias asociadas al cambio climático se relacionan con variaciones en las condiciones de precipitación a nivel mundial, los derretimientos de nieve y la alteración de estos sobre los sistemas hidrológicos; así mismo uno de los impactos más relevantes es el cambio de las modificaciones en el comportamiento de especies acuícolas y aves en materia de distribución geográfica y ciclos de desplazamiento teniendo en cuenta las variables en el agua y el viento, de igual forma, en términos antrópicos asociados a los sectores agrícolas, la acidificación de los suelos y el agua han impactado la productividad agrícola de cultivos (IPCC, 2015) lo cual juega un papel importante en la seguridad alimentaria principalmente en países en vías de desarrollo.

Un ejemplo claro de los impactos del cambio climático es el de los países del este de Asia (Japón, Corea del Norte y del Sur) los cuales en 2018 presentaron incrementos en su temperatura de cerca de 4 grados causando afectaciones importantes como incendios forestales, contaminación atmosférica y pérdida de vidas humanas (Expansión, 2018), y que han generado un llamado de alerta para tomar medidas en contra del fenómeno del cambio climático el cual - de no tomarse acciones concretas - puede llegar a afectar aún en mayor escala a todos los países del mundo.

El análisis de un escenario de aumento en la precipitación y la temperatura media a nivel mundial plantea modificaciones relevantes en las condiciones del sistema climático como la disminución del hielo marino del Ártico y el incremento en los niveles de los océanos de todo el mundo, estos impactos también tiene implicaciones relevantes en las condiciones del permafrost asociadas al incremento de su temperatura promedio y cambios en los comportamiento de los glaciares asociados a la disminución del volumen global de los mismos, (IPCC, 2015), lo cual incide en factores como la afectación a las reservas de agua dulce, el aumento del agua en las zonas costeras y el desplazamiento poblacional por inundaciones y modificaciones en las dinámicas de vida de las poblaciones tanto de las zonas a nivel del mar como de las regiones polares. Si bien este es un análisis predictivo resultado de diversos estudios con base en información de los comportamientos del planeta en los últimos 100 años y a partir de diversos ejercicios de modelación, plantea el panorama muy cercano a la realidad del planeta en los últimos 50 años. Teniendo en

cuenta que los impactos del cambio climático pueden variar según los modelos de proyección utilizados, la disponibilidad de los datos y el nivel de incertidumbre sobre el cual se plantea la proyección, en la tabla 1 se hace un resumen de los impactos más representativos teniendo en cuenta diversos incrementos de temperatura proyectados:

Tabla 1 Posibles impactos del cambio climático a escala mundial

<i>COMPONENTE AMBIENTAL</i>	<i>INCREMENTO DE 1 A 4 °C</i>	<i>INCREMENTO DE 5°C</i>
<i>Ríos</i>	5-10% menos de caudal de agua en algunas cuencas hidrográficas.	
<i>Lluvia</i>	5-10% menos de lluvia en el mediterráneo, el suroccidente de Norteamérica y el sur de África.	
	5-10% de aumento en las lluvias de la zona de Alaska y otras áreas de alta latitud de hemisferio norte.	
	3-10% de incremento en las lluvias torrenciales en la mayor parte de las áreas terrestres.	
<i>Alimentos</i>	5-15% de reducción en la productividad de maíz africano y norteamericano.	Pérdida de productividad en la agricultura en casi todas las regiones terrestres del mundo con un aumento potencial del doble en los precios de los granos.
<i>Derretimiento del Ártico</i>	15-25% de reducción en el Ártico en promedio anual.	
<i>Humedales</i>	Para 3 °C de calentamiento se presenta una pérdida de 250.000 km ² de humedales	

COMPONENTE AMBIENTAL	INCREMENTO DE 1 A 4 °C	INCREMENTO DE 5°C
Estaciones	Para 4 °C de calentamiento 9 de 10 veranos serán más calientes que el más caliente de todos los veranos experimentados en casi todas las áreas de la tierra durante las últimas décadas del siglo XX	
Disponibilidad de agua	Para 4 °C de calentamiento disminución de 40% de la disponibilidad de agua en muchas regiones	

Adaptado de: (Rodríguez, Mance, Barrera, & García, 2015)

Entre los impactos más relevantes asociados al cambio climático se encuentra la modificación en las dinámicas de grandes poblaciones de fauna mundial por los cambios abruptos de los ecosistemas y la poca posibilidad de respuesta de los animales a los mismos, en su mayoría dichos cambios se ven reflejados en el comportamiento migratorio de algunas especies, pero en panoramas más extremos las alteraciones en tan corto tiempo de las condiciones del entorno han causado extinciones de algunas especies de anfibios y afectaciones importantes en mamíferos, reptiles y peces, debido a los cambios de temperatura del agua, incendios forestales y daño a ecosistemas de baja resiliencia como los páramos o algunas zonas de la selva tropical amazónica.

4.2.2 Impactos del cambio climático en la seguridad alimentaria

Entre los impactos del cambio climático de mayor relevancia están: la escases de alimentos, agua y condiciones de habitabilidad de determinadas zonas a nivel mundial, esto a su vez impacta la economía e incide en la dificultad de los agricultores para mantener la producción de alimentos en los niveles mínimos requeridos para una población en crecimiento acelerado, lo que genera un efecto negativo en el panorama económico mundial donde los más afectados serán los países en vías de desarrollo que

dependen en gran medida de la disponibilidad de recursos naturales para el desarrollo de sus dinámicas de vida y la generación de ingresos.

Por otro lado, el panorama climático mundial analiza a través de estudios de modelación ambiental y tomando como bases las variables asociadas a las posibles condiciones mundiales en las cuales se puede dar el cambio climático a futuro (sin preparación para enfrentar el cambio climático por todos los países del mundo, con escenarios de aumento de la temperatura media mundial de 1 a 5 °C y con las dinámicas de consumo de recursos naturales actuales), los impactos sobre la seguridad alimentaria, sin embargo, se están materializando en diversas partes del planeta, donde la producción de alimentos es cada vez más costosa y con riesgos elevados de pérdidas asociadas a factores climáticos (heladas, incendios, sequías, acidificación del suelo y del agua, tormentas tropicales, inundaciones entre otros).

Según la CELAC, la seguridad alimentaria comprende diversas características: 1. La disponibilidad de alimentos (de producción nacional o importados) en cantidad y calidad suficiente, 2. El acceso a los alimentos adecuados y nutritivos, 3. La capacidad financiera y física para adquirir dichos alimentos, 4. La utilización biológica (cobertura de las necesidades fisiológicas) y 5. La estabilidad asociada a la existencia permanente de alimentos apropiados para el consumo humano; si estas características no se dan, la seguridad alimentaria estaría en juego, y por ende la estabilidad de una población determinada puede verse afectada gravemente.

El principal problema de la seguridad alimentaria se asocia a la disponibilidad de alimentos para toda la población mundial que garantice la satisfacción de las necesidades básicas nutricionales; en la etapa inicial de la producción de alimentos (producción, manipulación y procesamiento pos cosecha) se genera un desperdicio del 54%, mientras que el 46% restante se genera en las etapas de procesamiento, distribución y consumo de los alimentos, esto a su vez es un factor que sumado con el cambio climático y a las condiciones de acceso al agua, disponibilidad de suelo para cultivos y plagas incide en la disminución de la capacidad de producción agrícola y se convierte en un problema serio si se tiene en cuenta que para el año 2050 se estima que la población mundial llegue a la cifra

de 9.100 millones de habitantes (Vázquez, Leyva, & Gómez Merino, 2018), y la producción de alimentos cada día tiene más factores adversos que a favor para lograr satisfacer la demanda de alimentos.

Estimar los impactos en la producción de alimentos varía según la región y el tipo cultivo, así como los diversos escenarios de adaptación que se dan teniendo en cuenta políticas locales y acuerdos internacionales suscritos, sin embargo, a grandes rasgos es posible resaltar los impactos en la seguridad alimentaria tomando como fuente principal de riesgo el cambio climático acelerado que vive actualmente el planeta:

Tabla 2 Posibles impactos del cambio climático relacionados con la seguridad alimentaria³

<i>FACTOR</i>	<i>DESCRIPCIÓN GENERAL</i>
<i>Hambre y malnutrición</i>	Las comunidades principalmente rurales (agricultores, pescadores, y población nativa de los bosques y selvas) se verán afectadas por el incremento de las pérdidas de cosechas, debido a temporadas heladas y a veranos intensos (ocasionando quema de cultivos por frío y calor), lo que a su vez generará pérdidas económicas incidiendo en las condiciones de inequidad alimentaria.
<i>Esquema de plagas y enfermedades</i>	Con los cambios en la temperatura media de las regiones rurales se generarán modificaciones en las condiciones climáticas que harán más factible la formación de plagas y generación de enfermedades en los cultivos, esto a su vez será un factor determinante a tener en cuenta ya que será necesario abordar el control de plagas y enfermedades desde un enfoque asociado a la variabilidad climática.

³ Los impactos relacionados son proyecciones a partir de un análisis de posibles cambios de las variables incidentes del Cambio Climático y que toman como base el incremento de 2°C de la temperatura media mundial.

<i>FACTOR</i>	<i>DESCRIPCIÓN GENERAL</i>
<i>Agotamiento de alimentos de origen animal</i>	<p>Las especies animales que habitan zonas acuáticas de ríos y mares reducirán su población de forma significativa por variaciones en la temperatura del agua que ocasionará desplazamientos de a zonas acuáticas con mejores condiciones de temperatura, pero menos accesibles para los pescadores; la contaminación a su vez es y será otro factor incidente que causará la disminución de las poblaciones de animales acuáticos.</p> <p>Por otro lado, los cambios de temperatura, los veranos intensos y las lluvias irregulares causarán dificultades en la crianza de animales de los sectores ganadero, avícola y porcino lo que a su vez incrementará los costos directos de la carne y sus productos derivados.</p>
<i>Acidificación del suelo y del agua</i>	<p>El mal uso del agua, la contaminación del aire y el uso intensificado de los suelos en procesos de agricultura ha modificado el pH del agua y del suelo (principalmente acidificación) generando condiciones adversas para los cultivos y para la ganadería, la porcicultura y la acuicultura entre otros.</p>

Adaptado de: (FAO, 2018a)

Ahora bien, los anteriores escenarios son analizados principalmente a escala rural donde los efectos negativos sobre las condiciones ambientales de una región tienen un impacto directo y que ocasionan graves afectaciones a la producción de alimentos, sin embargo, a escala urbana las fallas en este aspecto aumentarán la inequidad por la carestía en los productos alimenticios afectando principalmente a la población de clase baja y media baja e incrementado la brecha entre ricos y pobres. La vulnerabilidad del sistema alimenticio es demasiado alta y los factores incidentes del cambio climático en la producción, procesamiento y distribución de alimentos se ven afectados significativamente.

América Latina y el Caribe serán unos de los principales afectados en materia de seguridad alimentaria y producción de alimentos, debido a factores climáticos extremos como huracanes, tornados y tormentas tropicales que anualmente se materializan con mayor fuerza e impactan las zonas rurales afectando la producción de cultivos. Un ejemplo claro de esto, es el Huracán Irma de grado 5 que en el año 2017 devastó pequeños estados insulares en desarrollo como Cuba, en donde se estima se perdieron más de 50.000 hectáreas de cultivos de plátanos, tubérculos y maíz impactando la economía del país y el suministro de alimentos (FAO, 2018b).

Según el quinto informe del IPCC sobre cambio climático *“se prevé que las zonas rurales se enfrenten a grandes impactos en cuanto a la disponibilidad y abastecimiento de agua, la seguridad alimentaria la infraestructura y los ingresos agrícolas, incluidos cambios en las zonas de cultivos alimentarios y no alimentarios en todo el mundo”*, afectando directamente a las poblaciones rurales y de escasos recursos que tienen un nivel de resiliencia muy bajo y que son susceptibles de sufrir graves pérdidas económicas y de calidad de vida por los impactos ambientales relacionados.

4.3 Marco legal

A nivel nacional se han adelantado diferentes gestiones en materia normativa con el fin de fortalecer las estrategias orientadas a abordar el cambio climático desde escenarios cada vez más representativos, garantizando de forma progresiva la toma de decisiones a nivel nacional y territorial basadas en el cumplimiento de los diferentes acuerdos internacionales adoptados por Colombia.

Tabla 3 Marco legal asociado al cambio climático en Colombia

Tipo de norma	Número	Responsable de su expedición	Año de vigencia	Descripción
Constitución política de Colombia	No aplica	Asamblea Nacional Constituyente	1991	Capítulo 3 de los derechos colectivos y del ambiente.

Tipo de norma	Número	Responsable de su expedición	Año de vigencia	Descripción
				<p>Artículo 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.</p> <p>Artículo 80. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.</p>
Ley	164	Congreso de Colombia	1994	Por medio de la cual se aprueba la "Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio

Tipo de norma	Número	Responsable de su expedición	Año de vigencia	Descripción
				Climático", hecha en Nueva York el 9 de mayo de 1992.
Ley	629	Congreso de Colombia	2000	Por medio de la cual se aprueba el "Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", hecho en Kyoto el 11 de diciembre de 1997.
Ley	1523	Congreso de la República	2012	Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones.
Ley	1575	Congreso de la República	2014	Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional.
Ley	1844	Congreso de la República	2017	Por medio de la cual se aprueba el acuerdo de Paris, adoptado el 12 de diciembre de 2015, en Paris Francia.
Ley	1931	Congreso de la República	2018	Por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático
Decreto	298	Presidente de la República	2016	Por el cual se establece la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Cambio Climático y se dictan otras disposiciones.

Tipo de norma	Número	Responsable de su expedición	Año de vigencia	Descripción
Consejo Nacional de Política Económica y Social - CONPES	3700	Departamento Nacional de Planeación	2011	Estrategia institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático en Colombia.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3 se presentan las diferentes normas que a partir de la Constitución Política de Colombia de 1991 se han adoptado para definir acciones en materia de gestión del riesgo y cambio climático en todo el territorio nacional, es así como se han estructurado documentos marco que garanticen una gestión territorial alineada a la mitigación y adaptación al cambio climático en Colombia.

A partir de la normatividad relacionada se han adelantado diferentes estrategias a escala nacional y departamental, que se presentan en los siguientes capítulos del documento y que permiten dimensionar los avances alcanzados y los retos en materia de adaptación y mitigación frente al cambio climático en Colombia y en particular en el departamento de Boyacá, la descripción más detallada de las normas en materia de cambio climático puede verse en el capítulo 5.3.3.

5. Metodología

5.1 Boyacá

El nombre del departamento es de origen chibcha y significa “cercado del cacique o región de las mantas”, inicialmente fue llamado provincia de Tunja organizada como corregimiento y cuyos límites iban desde las tierras de los Muzos pasando por Turmequé, Tunja, Tundama, Sogamozo, Vélez, Socorro, San Gil, Soatá, hasta el lago de Maracaibo y Barquisimeto de Venezuela. Fue creado en la constitución de 1821 en homenaje a la batalla del puente de Boyacá con la cual culminó la independencia de Colombia; el mismo fue conformado por las provincias de Tunja, Socorro, Pamplona, Casanare, y los cantones de Chiquinquirá y Vélez (Gobernación de Boyacá, 2012).

En el año 1857 el congreso de la Nueva Granada creó el estado soberano de Boyacá con la unificación de las provincias de Tunja, Tundama, Casanare y los Cantones de Chiquinquirá y Moniquirá. Para el año 1886 la Constitución Política de Colombia, dio el nombre de departamentos a los estados federales que conformaban el país, dándole a Boyacá el nombre de departamento de Boyacá. Luego de varias reformas territoriales entre los años 1911 a 1973 el departamento tuvo modificaciones en la extensión territorial correspondiente hasta tener la forma y superficie actuales; representa el 2% de la superficie total del país y ocupan el 20° lugar en extensión (Gobernación de Boyacá, 2012).

5.1.1 Geografía

El departamento de Boyacá cuenta con un área total de 23.189 km², latitud norte de 04° 39´ 10" y 07° 03´ 17", y longitud oeste de 71° 57´ 49" y 74° 41´ 35", al norte limita con los departamentos de Santander, Norte de Santander, y la República Bolivariana de Venezuela, al oriente limita con los departamentos de Arauca y Casanare, al sur con el departamento de Cundinamarca y al occidente con los departamentos de Cundinamarca y Antioquia (Sociedad Geográfica de Colombia , 2011).

El departamento se caracteriza por tener una variedad importante de relieves entre montañas, colinas, llanuras, mesetas y valles, se conforma de dos partes montañosa y plana dando origen a cuatro regiones y diez subregiones que le dan características y condiciones óptimas para el desarrollo industrial, comercial, cultural y artesanal. La región montañosa cuenta con la Cordillera Oriental de los Andes en la cual se pueden distinguir la zona cordillerana, los altiplanos de Tunja y Chiquinquirá, el piedemonte llanero y las planicies del valle del Magdalena (Gobernación de Boyacá, 2012b), estas condiciones y las importantes variaciones entre sus regiones naturales (altitud, hidrografía, condiciones geográficas aptas para el aprovechamiento del suelo) le dan al departamento unas características importantes y una diversidad de escenarios para la producción de múltiples productos tanto agrícolas (papa, maíz y cebolla, yuca, plátano y trigo entre otros) como pecuarios (leche, huevos, carne de res, de cerdo, de pollo y de pescado entre otros) convirtiéndose en un punto importante de abastecimiento de alimento principalmente para la zona centro del país.

En la actualidad el departamento de Boyacá está compuesto por 123 municipios que a su vez se agrupan en 13 provincias sobre las cuales se integran los escenarios ambientales de diferente índole según la ubicación geográfica. Las provincias del departamento son la provincia Centro, La libertad, Lengupá, Márquez, Neira, Norte, Gutiérrez (incluye la zona especial de desarrollo fronterizo Cubara), Occidente (incluye la zona especial estratégica de Puerto Boyacá), Oriente, Ricaurte, Sugamuxi, Tundama y Valderrama.

En la tabla 4 es posible apreciar la distribución de los municipios por cada provincia del departamento, así mismo en la figura 4 se puede apreciar la distribución político administrativa del departamento y la totalidad de municipios que lo conforman.

Tabla 4 Relación de las provincias con cada municipio del departamento de Boyacá

<i>No.</i>	<i>PROVINCIA</i>	<i>MUNICIPIOS</i>
1	Centro	Tunja, Combita, Cucaita, Chíquiza, Chivatá, Motavita, Oicatá, Samacá, Siachoque, Sora, Soracá, Sotaquirá, Toca, Tuta y ventaquemada.

<i>No.</i>	<i>PROVINCIA</i>	<i>MUNICIPIOS</i>
2	Ricaurte	Moniquirá, Aracabuco, Chitaraque, Santana, San José de Pare, Toguí, Villa de Leyva, Gachantivá, Ráquira, Sáchica, Santa Sofía, Sutamarchán y Tinjacá.
3	Occidente	Chiquinquirá, Briceño, Buenavista, Caldas, Coper, La victoria, Maripí, Muzo, Otanche, Pauna, Quípama, Saboyá, San Miguel de Sema, San Pablo de Borbur y Tununguá
4	Márquez	Ramiriquí, Boyacá, Ciénaga, Jenesano Nuevo Colón, Rondón, Tibaná, Turmequé, Úmbita y Viracachá.
5	Oriente	Guateque, Almeida, Chivor, Guayalá, La Capilla, Somondoco, Sutatenza y Tenza.
6	Neira	Garagoa, Chinavita, Macanal, Pachavita, San Luis, de Gaceno y Santa María.
7	Lengupá	Miraflores, Berbeo, Campohermoso, Páez, San Eduardo, y Zetaquirá.
8	Sugamuxi	Sogamoso, Aquitania, Cuítiva, Firavitoba, Gámeza, Iza, Labranzagrande, Mongua, Monguquí, Nobsa, Pajarito, Pesca, Tibasosa, Tópaga y Tota.
9	Tundama	Duitama, Belén, Busbanzá, Cerinza, Corrales, Floresta, Paipa, Santa Rosa de Viterbo y Tutazá.
10	La libertad	Paya, Pisba y Labranzagrande.
11	Valderrama	Chita, Betétiva, Jericó, Paz de Río, Socha, Socotá y Tasco.
12	Norte	Boavita, Covarachía, La Uvita, San Mateo, Sativanorte, Soatá, Susacón y Tipacoque.
13	Gutiérrez	Chiscas, El Cocuy, El espino, Guacamayas, Guicán Panqueba y Cubará

Fuente: Elaboración propia

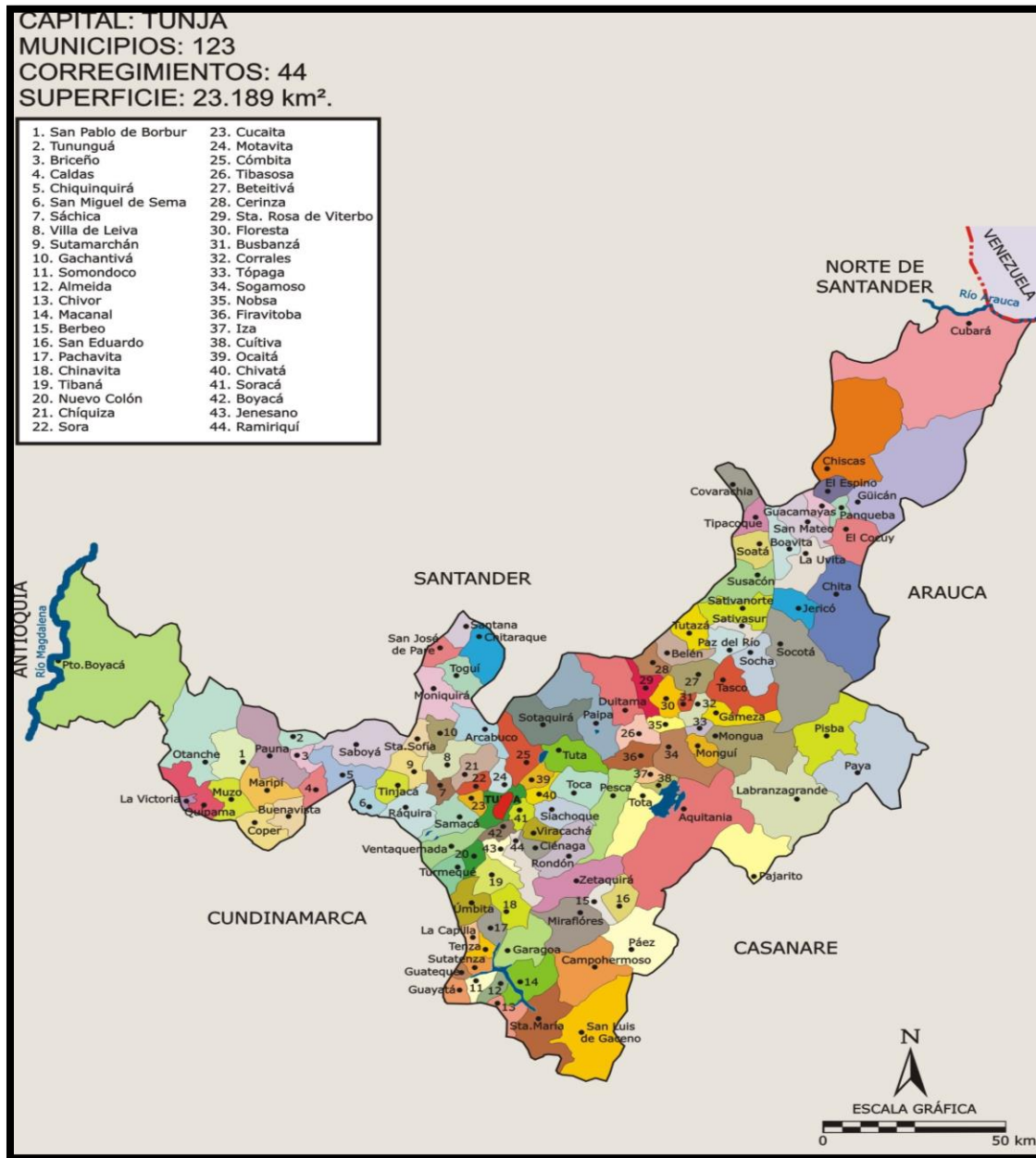


Figura 4 Distribución político Administrativa del departamento de Boyacá
Adaptado de: (Sociedad Geográfica de Colombia , 2011)

5.1.2 Clima y características ambientales

Debido a sus complejas condiciones topográficas el departamento de Boyacá presenta una diversidad de climas importantes que lo caracterizan de otros departamentos ya que es posible pasar de pisos térmicos de páramo hasta climas templados con temperaturas superiores a los 25°C dentro de zonas de distribución geográfica próximas entre sí, lo que

influye directamente en las condiciones del suelo, hidrografía y productividad para la región.

Las variaciones de temperatura obedecen a la diversidad de pisos térmicos que van desde los 100 msnm hasta los 5.530 msnm, esto a su vez le permite al departamento contar con un total de 282.000 hectáreas de páramo y ser una fuente importante de abastecimiento hídrico para 50% de la Orinoquia Colombiana y 40% de la región nororiental del país con alrededor de 384.000 hectáreas de ecosistemas de selvas andinas y alrededor de 600.000 hectáreas en suelos de valles fluvio lacustres (Universidad Santo Tomás, 2011), lo que a su vez le otorga al departamento uno de los rangos más altos de diversidad climática del territorio nacional.

Las condiciones anteriormente descritas le dan al departamento de Boyacá una particular riqueza de suelo y relieve y garantizan variabilidad térmica en sus diferentes composiciones como llanuras o el sistema montañoso de la región, mesetas y colinas, teniendo en cuenta su localización (zona central de la cordillera oriental) le brinda a la región unas características edáficas importantes aportando diversos compuestos al suelo y diversificando la productividad de este en varios escenarios económicos para la región (minería, agricultura, construcción e industria entre otros).

Por otro lado, según el Plan de Gestión Ambiental Regional 2009-2019 de CORPOBOYACÁ, el departamento de Boyacá está compuesto por dos partes (una montañosa y otra plana) que dividen la zona en dos regiones y diez sub regiones que a su vez diversifican la oferta ambiental y garantizan condiciones óptimas para el desarrollo de actividades económicas variadas.

Teniendo en cuenta las características de altitud del departamento y las condiciones de su relieve, se evidencian importantes variaciones en sus pisos térmicos que van desde el clima tropical lluvioso hasta el clima de montaña presentando todos los pisos térmicos.

Tabla 5 Pisos térmicos del departamento de Boyacá

<i>Piso térmico</i>	<i>Características generales</i>
<i>Cálido</i>	Localizado en la zona del Territorio Vásquez, entre el valle medio del Magdalena y el piedemonte llanero; se encuentra comprendido entre el nivel del mar y los 1000 metros sobre éste, con temperaturas superiores a 24° centígrados. En este clima se puede cultivar algodón, ajonjolí, arroz, cacao, frutales, caña de azúcar, maíz, plátano, yuca y fique.
<i>Templado medio</i>	Localizado en la parte media del departamento, está comprendido entre los 1.000 y 2.000 metros de altitud con una temperatura entre los 18° y 24° centígrados. Corresponde a la falda de la cordillera donde se cultiva café, plátano, yuca, frutales, maíz, lenteja, tomate entre otros.
<i>Frío</i>	Localizado en los al planos y zonas adyacentes, se sitúa entre los 2.000 y 3.000 metros de altitud y la temperatura varía entre los 12° y 18° centígrados. Tiene zonas con buenos pastos para la ganadería; se cultiva papa, trigo, cebada, otros cereales, frutales y hortalizas.
<i>Páramo</i>	Localizado en los páramos como el de Pisba, Chontales y otros, se encuentra a par r de los 3.000 metros de altura y alcanza hasta los 4.500 metros; su temperatura es inferior a los 12° centígrados. En la mayoría de los páramos se cultiva papa y otros productos.
<i>Nieve</i>	Se localiza en la Sierra Nevada de Chita, Cocuy o Güicán; su altura es superior a los 4700 metros sobre el nivel del mar. La temperatura está por debajo de 0° centígrados y las condiciones climáticas hacen imposible la vida humana en dicha región.

Fuente: Adaptado de (CORPOBOYACÁ, 2009)

Teniendo en cuenta las características anteriormente descritas, la variabilidad en las condiciones del suelo del departamento y geomorfología y composición química son importantes y determinan el uso de los suelos en los diferentes sectores económicos.

El suelo del departamento de Boyacá presenta relieves quebradizos y escarpados, color pardo a rojizo en zonas templadas y presencia de suelos volcánicos en las zonas bioclimáticas frías y de páramo donde se caracteriza por ser pardo o de color oscuro, con buen drenaje y una fertilidad regular, el cultivo de papa tiene presencia importante en los suelos de clima frío y páramo como los que se encuentra en los municipios de Guteque, Campohermoso, Páez, el Cocuy, Mongüa y Aquitania entre otros (CORPOBOYACÁ, 2009).

5.1.3 Hidrografía

La hidrología se ocupa de las propiedades, distribución y circulación del agua; principalmente asociada a las aguas superficiales tanto en el suelo como la atmósfera (ESAP, 2019); es por ello que es un factor importante para el ordenamiento de los territorios; la definición de su potencial productivo y energético depende en gran medida a los recursos hídricos de los cuales dispone.

El departamento de Boyacá cuenta con cinco cuencas hidrográficas que desembocan en cinco ríos de importancia para el país: Magdalena, Suárez, Chicamocha, Arauca y Meta y a su vez en las sub cuencas de los ríos Guavio, Cravo Sur, Legupá, Upía Cusiana y Pauto, siendo los principales afluentes del departamento (Gobernación de Boyacá, 2012c), en la tabla 6 se presenta la descripción de las características generales de las cuentas hidrográficas de la zona.

Tabla 6 Descripción general de las principales cuencas hidrográficas del departamento de Boyacá

<i>No.</i>	<i>Cuenca</i>	<i>Características generales</i>
1	Río Magdalena	Recorre el departamento en una longitud de 72 kilómetros y a él llegan las aguas de los ríos Ermitaño, Minero, el Negro y

<i>No.</i>	<i>Cuenca</i>	<i>Características generales</i>
		otros que antes de desembocar en el río Magdalena rinden sus aguas al río Suárez.
2	Río Suárez	Nace en la laguna de Fúquene en límites de Boyacá y Cundinamarca, recorre la región occidental, atraviesa el municipio de San Miguel de Sema, el valle de Chiquinquirá en donde recibe el río del mismo nombre.
3	Río Chicamocha	Naciendo al sur de Tunja atraviesa el altiplano de Tunja, Tuta, Paipa, Duitama y entra a Sogamoso. Al pasar por Paz de Río, el valle se estrecha e inicia el cañón del Chicamocha. Sirve de límites con Santander. Entre sus afluentes principales figuran el Sotaquirá, el Tuta, el Pesca, el Chiquito, el Buzbanzá y el Monguít, entre otros. Este cuerpo de agua recibe aguas contaminadas con residuos domésticos e industriales, los primeros de los municipios de Tunja, Oicatá, Tuta, Paipa, Duitama, Sogamoso, Santa Rosa de Viterbo, Tibasosa, Firavitoba, Iza, Cúitiva, Tota, Pesca, Nobsa, Monguít, Mongua, Gámeza, Floresta, Busbanzá, Corrales, Tasco, Betéitiva, Cerinza, Paz de Río, Socha, Socotá y Boavita. Los residuos industriales provienen del complejo industrial de Maguncia, de la Siderúrgica de Boyacá y la zona industrial de Sogamoso, así como de acerías paz del río.
4	Río Arauca	Recoge las aguas de los ríos que irrigan la zona Nororiental del Departamento como el Orozco, el Cobaría que atraviesa la reserva de los indios Tunebos o U'was, el Cobugón y el Bojabá.
5	Río Meta	El río Meta no pasa por Boyacá, pero recibe las aguas de las sub- cuencas de los ríos Guavio, Cravo Sur, Lengupá, Upía y el Cusiana con todos sus afluentes. Las cuencas de los ríos Arauca y Meta hacen parte de la gran cuenca del Orinoco.

Fuente: Adaptado de (Gobernación de Boyacá, 2012c)

Otro de los aspectos importantes a resaltar es la riqueza del departamento en términos hidrográficos principalmente por su gran número de lagos, lagunas y cascadas que representando una fuente fundamental de abastecimiento para los sistemas de acueducto de

la región y para los diferentes sectores productivos que se desarrollan dentro del departamento. El lago de tota es tal vez uno de los más conocidos e importantes teniendo en cuenta su extensión de 13 kilómetros de largo, 8 de ancho y una profundidad de 60 metros aproximadamente (Colparques, 2018), su importancia radica en que abastece los acueductos de los municipios circundantes así como la empresa Acerías Paz del Río; el lago de Sochagota es otro cuerpo importante con principales finalidades turísticas y deportivas. Las principales lagunas son la laguna de Iguaque ubicada a una altura entre 2.400 y 3.600 msnm y la laguna de Fúquene de gran importancia turística para la región (Gobernación de Boyacá, 2012c).



Figura 5 Hidrografía del departamento de Boyacá
Fuente: Adaptado de (Sociedad Geográfica de Colombia , 2011)

5.1.3.1 Variabilidad climática, vulnerabilidad hídrica e impactos en la región

Hablar de variabilidad climática implica tener en cuenta diferentes elementos representativos tales como la precipitación, la humedad relativa, la evaporación y la temperatura, siendo estos factores incidentes en la toma de decisiones frente a la gestión ambiental territorial y que a su vez garantizan el desarrollo de estrategias de gestión del riesgo coherentes con dicho fenómeno. El departamento de Boyacá cuenta con la particularidad de presentar una gran variedad de micro climas dentro de una zona relativamente reducida, esto si bien le da grandes ventajas frente al desarrollo de múltiples estrategias de comercio y lo provee de gran cantidad de recursos, también lo convierte en una región bastante sensible a los cambios meteorológicos y climáticos consecuentemente. El clima incide de forma directa en las actividades productivas desarrolladas en cualquier territorio, y cuyos indicadores asociados al cambio, estabilidad e inestabilidad determinan la capacidad de generar ofertas de bienes y servicios variadas, y a su vez permiten reconocer factores incidentes en la salud tanto humana como animal y vegetal, así como en la construcción de aspectos culturales determinados según la disponibilidad de recursos. En este sentido, la variabilidad climática se resume como la fluctuación de las variables climatológicas por encima o por debajo de lo normal, entendido esto último como la condición representada por el valor promedio de una variable climatológica en un periodo de tiempo de por lo menos 30 años (IDEAM - UNAL, 2018).

El departamento de Boyacá presenta unos niveles de precipitaciones promedio entre los 500 y los 1000 milímetros anuales y unos niveles de humedad relativa que oscilan entre el 70% y el 85% según la región analizada, esto unido a la temperatura media de la región que se encuentra en 15°C define las condiciones hidro meteorológicas del departamento y sus niveles de productividad que se pueden ver afectados por cambios abruptos o con muy poco intervalo de transición entre periodos de tiempo específicos (interestacional, interanual, e interdecadal) que garanticen una adaptación óptima. En este sentido, la disponibilidad del recurso hídrico en las temporadas de sequía afecta al 35% de los municipios del departamento (IDEAM, 2019); así mismo, según el Estudio Nacional del Agua – ENA del año 2018, el departamento de Boyacá presentó un gran potencial de

erosión hídrica debido a la pendiente de los suelos y a las condiciones de intervención antrópica sobre la vegetación, lo que desmejora las condiciones del suelo, afectando su calidad para actividades agrícolas y reduciendo a su vez la capacidad de retención de agua lo que incrementa la vulnerabilidad departamental frente a fenómenos climáticos.

En la tabla 7 se observa cómo el departamento de Boyacá cuenta con 26 subzonas hidrográficas y 73 fuentes hídricas con varios riesgos de desabastecimiento asociados a factores tales como reducción de caudales y déficit de precipitación; del total de fuentes hídricas 39.7% presentan potencialidad alta de uso de aguas subterráneas para abastecimiento, 24.7% potencialidad media y 35.6% con potencialidad baja, siendo las zonas con potencialidad media y baja del 60%, se evidencia dentro de la mayoría de subzonas hidrográficas una vulnerabilidad representativa por dificultades de abastecimiento importantes que pueden afectar a las áreas urbanas y rurales. Del total de causas asociadas al desabastecimiento, la reducción de caudales seguido por el déficit de precipitación son los factores que impactan negativamente la disponibilidad hídrica de la región.

Finalmente es importante resaltar que, del total de las fuentes hídricas disponibles en la región, más del 50% es de tipo superficial seguido por cuencas de origen mixto y subterráneas, esto unido a la potencialidad de aprovechamiento de aguas subterráneas mayoritariamente bajo, impacta la oferta hídrica en los periodos secos de forma representativa y a su vez genera la necesidad de establecer medidas de contingencia orientadas a mitigar los impactos por desabastecimiento, principalmente en las zonas rurales de áreas productivas agrícolas que son las primeras en resentir la falta del recurso.

Tabla 7 Zonas susceptibles al desabastecimiento de agua en temporadas secas y potencialidad de uso de aguas subterráneas.

Cabecera municipal	Nombre de subzona hidrográfica	Nombre de fuente hídrica abastecedora	Clasificación de fuente de abastecimiento	Causas de los problemas de desabastecimiento			Área de afectación		Potencialidad de uso aguas subterráneas
				Reducción de caudales	Déficit de precipitación	Deficiencia en la infraestructura	Urbano	Urbano y rural	
Buenavista	Río Carare (Minero)	Nacimiento de Agua Blanca	Mixto	X			X		Media
		Quebrada La Capilla							Media
Caldas	Río Suárez	Quebrada Ruchical	Mixto	X				X	Media
		Pozo Profundo - Acueducto Ruchical							Media
Chinavita	Río Garagoa	Quebrada Bolívar	Mixto	X			X		Media
		Nacimiento Agua Blanca							Media
Chiquinquirá	Río Suárez	Río Suárez	Superficial	X			X		Media
Ciénega	Río Garagoa	Quebrada La Mesa	Superficial	X	X		X		Alta
		Quebrada El Guamo							Alta

Cabecera municipal	Nombre de subzona hidrográfica	Nombre de fuente hídrica abastecedora	Clasificación de fuente de abastecimiento	Causas de los problemas de desabastecimiento			Área de afectación		Potencialidad de uso aguas subterráneas
				Reducción de caudales	Déficit de precipitación	Deficiencia en la infraestructura	Urbano	Urbano y rural	
Corrales	Río Chicamocha	Río Las Playas	Superficial			X		X	Media
Covarachía	Río Chicamocha	Quebrada Las Antiguas	Superficial	X			X		Media
Cucaita	Río Suárez	Represa Pijaos	Mixto	X	X			X	Alta
		Quebrada Lluviosos							Alta
		Nacimiento en Chorro							Alta
Duitama	Río Chicamocha	Río Surba	Superficial	X			X		Alta
		Quebrada Boyacogua							Alta
		Río Chicamocha							Alta
Firavitoba	Río Chicamocha	Lago de Tota	Superficial	X	X			X	Alta
Gachantivá	Río Suárez	Loma de Paja (Nacimiento)	Subterráneo	X			X		Media

Cabecera municipal	Nombre de subzona hidrográfica	Nombre de fuente hídrica abastecedora	Clasificación de fuente de abastecimiento	Causas de los problemas de desabastecimiento			Área de afectación		Potencialidad de uso aguas subterráneas
				Reducción de caudales	Déficit de precipitación	Deficiencia en la infraestructura	Urbano	Urbano y rural	
		o La Palma)							
Guacamayas	Río Chicamocha	Nacimiento El Picacho	Mixto	X				X	Baja
		Quebrada Palo Blanco							Baja
Guateque	Río Garagoa	Quebrada La Tocola	Superficial	X				X	Baja
Jericó	Río Chicamocha	Naciente El Ojo del Agua	Subterráneo	X			X		Baja
		Naciente La Porquera							Baja
Maripí	Río Carare (Minero)	Nacimiento la Toronja	Subterráneo	X	X	X	X		Baja
Miraflores	Río Lengupá	Laguna El Ramo	Superficial	Sin información				X	Media
		Quebrada La Jordanera							Media
Moniquirá	Río Suárez	Quebrada La Sicha	Superficial	X			X		Media

Cabecera municipal	Nombre de subzona hidrográfica	Nombre de fuente hídrica abastecedora	Clasificación de fuente de abastecimiento	Causas de los problemas de desabastecimiento			Área de afectación		Potencialidad de uso aguas subterráneas
				Reducción de caudales	Déficit de precipitación	Deficiencia en la infraestructura	Urbano	Urbano y rural	
Motavita	Río Chicamocha	Nacimiento Cardonal 1 (reservorio, galería)	Subterráneo	X	X			X	Alta
		Galería Ermitaño 1							Alta
		Galería Ermitaño 2							Alta
		Pozo Profundo Pacheco							Alta
Muzo	Río Carare (Minero)	Quebrada Lirios	Mixto	X	X		X		Baja
		Quebrada Pedregal							Baja
		Nacimiento Betania							Baja
		Nacimiento La Peña							Baja
		Nacimiento La Esperanza							Baja
Oicatá		Quebrada La Mecha	Mixto		X	X		X	Alta

Cabecera municipal	Nombre de subzona hidrográfica	Nombre de fuente hídrica abastecedora	Clasificación de fuente de abastecimiento	Causas de los problemas de desabastecimiento			Área de afectación		Potencialidad de uso aguas subterráneas
				Reducción de caudales	Déficit de precipitación	Deficiencia en la infraestructura	Urbano	Urbano y rural	
	Río Chicamocha	Quebrada Las Cebollas							Alta
		Pozo Profundo Centro							Alta
		Pozo Profundo Forantiva							Alta
Páez	Río Lengupá	Quebrada La Negra	Superficial			X	X		Baja
		Quebrada La Mochilera							Baja
Pesca	Río Chicamocha	Río Pesca	Mixto	X				X	Media
		Nacimiento La Pila							Media
Saboyá	Río Suárez	Quebrada Cantoco	Superficial	X	X		X		Media
Samacá	Río Suárez	Río Teatinos	Superficial	X			X		Alta
Santa Rosa de Viterbo	Río Chicamocha	Quebrada Grande	Superficial	X	X	X	X		Alta

Cabecera municipal	Nombre de subzona hidrográfica	Nombre de fuente hídrica abastecedora	Clasificación de fuente de abastecimiento	Causas de los problemas de desabastecimiento			Área de afectación		Potencialidad de uso aguas subterráneas
				Reducción de caudales	Déficit de precipitación	Deficiencia en la infraestructura	Urbano	Urbano y rural	
Santa Sofía	Río Suárez	Quebrada El Moral	Superficial	X				X	Baja
		Quebrada La Cruz							Baja
		Embalse Fandiño							Baja
Santana	Río Suárez	Nacimiento Pozo Las Tetas	Subterráneo	X	X			X	Baja
		Nacimiento La Chapa							Baja
		Nacimiento El Cafetal							Baja
Sogamoso	Río Chicamocha	Río Tejar	Superficial	X	X			X	Alta
Sora	Río Suárez	San Isidro (Pozo Profundo El Llano)	Mixto	X	X			X	Alta
		Quebrada Faruy							Alta
		Quebrada Chareva							Alta

Cabecera municipal	Nombre de subzona hidrográfica	Nombre de fuente hídrica abastecedora	Clasificación de fuente de abastecimiento	Causas de los problemas de desabastecimiento			Área de afectación		Potencialidad de uso aguas subterráneas
				Reducción de caudales	Déficit de precipitación	Deficiencia en la infraestructura	Urbano	Urbano y rural	
		Pozo Urbano							Alta
Soracá	Río Chicamocha	Captación o Reservoirio El Salitre (El Manantial)	Subterráneo	X			X		Alta
Sutamarchán	Río Suárez	Río La Cebada	Superficial	X			X		Baja
Sutatenza	Río Garagoa	Quebrada La Guaya	Superficial			X	X		Baja
Tenza	Río Garagoa	Quebrada La Quina	Mixto	X			X		Baja
		Aljibes							Baja
Tibasosa	Río Chicamocha	Quebrada Grande	Superficial	X				X	Alta
		Río Chicamocha							Alta
Tinjacá	Río Suárez	Quebrada La Honda	Superficial	X	X			X	Baja
Tipacoque	Río Chicamocha	Quebrada Potrero Colorado	Superficial	X				X	Media

Cabecera municipal	Nombre de subzona hidrográfica	Nombre de fuente hídrica abastecedora	Clasificación de fuente de abastecimiento	Causas de los problemas de desabastecimiento			Área de afectación		Potencialidad de uso aguas subterráneas
				Reducción de caudales	Déficit de precipitación	Deficiencia en la infraestructura	Urbano	Urbano y rural	
Toca	Río Chicamocha	Río Toca	Superficial	X				X	Media
Tuta	Río Chicamocha	Río de Piedras	Superficial	X				X	Alta
Villa de Leyva	Río Suárez	Quebrada San Francisco	Superficial	X		X		X	Baja
		Quebrada Tintales					X		Baja
Viracachá	Río Garagoa	Quebrada Chuscal (Urbano y Rural)	Superficial	X				X	Alta

Fuente: Adaptado de (IDEAM, 2019)

Ahora bien, la información suministrada obedece a la relación del estado de la oferta hídrica actual, sin embargo, para el año 1998 ya se evidenciaban importantes señales de desabastecimiento de agua y estrés hídrico dentro del departamento con proyecciones para los años 2015 y 2025 teniendo en cuenta el Estudio Nacional del Agua de dicha época.

En lo referente a la vulnerabilidad, como resultado de la interrelación de los indicadores del índice de escasez y de regulación hídrica natural (año medio), se muestra igualmente cinco categorías que van desde muy alta hasta muy baja, correspondiéndole la primera de ellas a tres municipios en todo el país, mientras que en el grupo de los índices se encuentran 113 municipios, ubicados principalmente en los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Santander y Norte de Santander. (IDEAM, 1999, pág. 28).

Esto refleja la problemática departamental en aumento registrada desde finales del siglo XX y que impacta directamente a Boyacá y su sistema productivo agrícola. De igual forma, las variables de temperatura y precipitación son fundamentales dentro del análisis de impacto de la seguridad alimentaria de la región. Un estudio realizado por la Universidad Santo Tomás en el año 2008 determinó claramente que el grado de afectación del fenómeno de la Niña en Boyacá en la variable humedad se da en un 70% de cobertura y 50% para el caso de El Niño (Corredor, Caro, & Martínez, 2008), siendo analizadas dichas variables en un periodo de tiempo de 25 años (1980-2005) a través de diferentes fuentes de información como las estaciones meteorológicas del IDEAM e información del departamento e información de la NOAA's, resaltando a su vez el aumento de la afectación en la baja producción de cultivos siendo la papa afectada en un 11.66% asociada a los fenómenos macroclimáticos.

5.1.4 Población y economía

5.1.4.1 Población

La organización del departamento de Boyacá cuenta con una distribución establecida por 4 sub regiones conformadas a su vez por las 13 provincias descritas anteriormente; las 4 sub regiones se distribuyen en: occidente (provincias de Occidente y Ricaurte), zona centro (provincias de Centro, Sugamuxi y Tunadama), Valle de Tenza (provincias de Oriente, Neira, Lengupá y Márquez), Nororiental (provincias de La libertad, Valderrama, Norte, Gutiérrez y el Distrito fronterizo).

La recolección de información de información a escala departamental ha presentado variaciones importantes, esto debido a que el DANE, si bien ha realizado censos poblacionales desde finales del siglo XX (2) y lo transcurrido del siglo XXI (1) la información interanual es estimativa a partir de las proyecciones poblacionales con base en dicha fuente de información.

A continuación, se presenta la información estimada de la población de Boyacá para el periodo 1998-2018 teniendo en cuenta las proyecciones definidas por el DANE:

Tabla 8 Proyección poblacional departamento de Boyacá 1998-2018

Año	Proyección total	Proyección hombres	Proyección mujeres
1998	1.223.691	607.066	616.625
1999	1.229.300	610.292	619.008
2000	1.234.550	613.290	621.260
2001	1.239.693	616.260	623.433
2002	1.244.292	618.977	625.315
2003	1.248.391	621.460	626.931
2004	1.252.027	623.738	628.289

Año	Proyección total	Proyección hombres	Proyección mujeres
2005	1.255.314	625.431	629.883
2006	1.258.195	627.579	630.616
2007	1.260.821	629.245	631.576
2008	1.263.252	630.816	632.436
2009	1.265.513	632.299	633.214
2010	1.267.652	633.734	633.918
2011	1.269.405	634.882	634.523
2012	1.271.133	636.039	635.094
2013	1.272.855	637.233	635.622
2014	1.274.615	638.392	636.223
2015	1.276.407	639.604	636.803
2016	1.278.107	640.710	637.397
2017	1.279.955	641.873	638.082
2018	1.282.063	643.194	638.869

Fuente: Adaptado de (DANE, 2019 b)

Es importante resaltar que a nivel nacional en los últimos 25 años se han realizado censos poblacionales en tres periodos de tiempo (1993, 2005 y 2017), sobre los cuales el DANE ha realizado las proyecciones correspondientes para estimar el desarrollo poblacional anual, es por ello que es necesario hacer el análisis de las variaciones para los años 2005 y 2017 con base en la información real suministrada a partir de dichos censos.

Para el año 2005 la población de Boyacá era de 1.210.892 habitantes con un aumento previsto para el año 2010 del 5% para un total de 1.267.597 respectivamente. De la población censada en el año 2005 se estableció que el 50,2% de la población es de género femenino y 49.8% de género masculino (DANE, 2010).

Para el año 2017 la proyección poblacional del departamento de Boyacá fue de 1.279.955 habitantes (Datos abiertos, 2017), presentando un incremento del 6% respecto al censo 2005 y del 1% respecto a las estimaciones para el año 2010, con una variación poblacional de 641.873 hombre (50.15%) y 638.082 mujeres (49.85%).

Para el año 2018 según el Centro Nacional de Población y Vivienda realizado por el DANE la población de Boyacá era de 1.135.698 habitantes presentando una reducción respecto a la información obtenida en periodos de censo anteriores del 6% respecto al año 2005 y del 13% respecto a las proyecciones para el año 2017.

La población del departamento de Boyacá representa el 2.60% de la población total del país distribuida en sus 123 municipios y sus 13 provincias (Cámara de Comercio de Duitama, 2018).

Tabla 9 Distribución de la población del departamento de Boyacá 2017

<i>Grupos poblacionales</i>	<i>Hombres</i>	<i>Mujeres</i>	<i>Total</i>	<i>%</i>
0-6 Años	76.891	72.943	149.834	11.71
7-14 Años	94.919	89.646	184.565	14.42
15-17 Años	36.178	33.574	69.752	5.45
18-26 Años	96.732	85.835	182.567	14.26
27-59 Años	252.936	256.271	509.207	39.78
60 Años en adelante	82.217	99.813	184.030	14.38

	641.873	638.082	1.279.955
--	---------	---------	-----------

Fuente: (Cámara de Comercio de Duitama, 2018)

Como se puede apreciar en la tabla 9 la población del departamento de Boyacá cuenta con un mayor nivel de personas en el rango de edad entre los 27 y los 59 años, que representa un nivel de edad productiva alta y media – alta incidiendo directamente en el crecimiento económico de la región, así mismo la mayoría de la población se concentra en la sub región centro (51% del total de la población del departamento), seguido por la sub región occidente (24% del total de la población del departamento).

Respecto a la distribución de la población, es importante resaltar que el departamento de Boyacá cuenta con unas condiciones regionales definidas desde el enfoque urbano y rural que determinan de forma predominante el uso del suelo y las características económicas regionales; de esta forma, la distribución de la población permite no solo reconocer las características etarias, sino sus aspectos más representativos frente a las políticas regionales.

Tabla 10 Distribución poblacional por municipios

Municipio	Porcentaje de distribución poblacional
Municipios en nivel urbano alto⁴	
Tunja	95.15%
Duitama	86.59%
Chiquinquirá	85.14%
Sogamoso	82.69%
Municipios en nivel urbano medio⁵	
Garagoa	74.46%
Guateque	70.15%
Puerto Boyacá	67.21%

⁴ Distribución poblacional superior al 80% de población urbana

⁵ Distribución poblacional entre el 65% y el 80% de población urbana

Municipio	Porcentaje de distribución poblacional
Municipios en nivel rural alto⁶	
Chíquiza	98.30%
Saboyá	94.10%
Caldas	93.95%
Cómbita	93.58%
Sotaquirá	91.96%
Boyacá	91.47%
Tutazá	91.30%
Motavita	90.79%

Fuente: (Departamento Nacional de Planeación, 2019, pág. 2)

En la tabla 10 se puede apreciar la distribución de la población con predominancia urbana y rural dentro del departamento de Boyacá, es importante aclarar que los municipios que no fueron incluidos dentro de dicha tabla presentan distribución poblacional urbano bajo⁷ (9 municipios), rural bajo⁸ (13 municipios), rural medio⁹ (48 municipios) y rural alto (46 municipios).

Esto refleja las condiciones de la población y muestra un escenario amplio para abordar las características económicas del departamento cuya predominancia se enmarca en la población de la sub región centro; sin embargo, cabe resaltar la presencia rural o urbano rural en los 107 municipios restantes, lo que a su vez define condiciones sobre el ordenamiento del territorio, la conexión de las poblaciones con centros urbanos, el acceso a recursos básicos de salud, educación y sistemas como acueducto y alcantarillado acordes a las necesidades de cada municipio.

⁶ Municipios con población rural superior al 90%

⁷ Municipios con distribución poblacional entre el 50% y 65% urbana

⁸ Municipios con distribución poblacional 50% y el 65% rural

⁹ Municipios con distribución poblacional entre el 65% y el 80% rural

5.1.4.2 Economía

La economía del departamento presenta una participación promedio de aportes en el PIB del 2.7% respecto al total del PIB nacional según el DANE, en este sentido a continuación se presenta la relación del PIB departamental para el periodo 1998 – 2018:

Tabla 11 PIB nacional y participación departamental constante a precios corrientes 1998-2018 (Miles de millones de pesos)

<i>Año</i>	<i>PIB Nacional</i>	<i>PIB departamental</i>	<i>% de aporte al país</i>
1998	240.483	6.005	2.4
1999	251.565	6.289	2.5
2000	284.761	7.997	2.8
2001	289.539	7.955	2.7
2002	296.789	8.119	2.7
2003	308.418	9.393	2.7
2004	324.866	8.314	2.6
2005	336.941	8.208	2.4
2006	380.592	9.197	2.4
2007	427.519	10.928	2.6
2008	475.617	12.747	2.7
2009	501.872	13.268	2.6
2010	543.188	14.448	2.7
2011	618.118	17.321	2.8
2012	665.884	18.293	2.7

<i>Año</i>	<i>PIB Nacional</i>	<i>PIB departamental</i>	<i>% de aporte al país</i>
2013	713.627	19.367	2.7
2014	762.903	20.839	2.7
2015	804.692	22.165	2.8
2016	863.782	23.671	2.7
2017^P	920.194	24.781	2.7
2018^{Pr}	978.477	26.317	2.7

Fuente: Elaboración propia a partir de (DANE, 2019b)

Como se puede apreciar en la tabla 11 el departamento de Boyacá ha generado aportes constantes al PIB departamental y nacional, reflejando un crecimiento económico que ha mantenido el aporte al PIB nacional en un promedio del 2.6%, permitiendo reconocer al departamento como una región con economía estable, que sin embargo tiene la posibilidad de ofrecer mayores aportes económicos.

El comportamiento económico de Boyacá se analiza desde el sector primario, el sector secundario y el sector terciario. El sector primario se asocia a la producción de materias primas, uso de la tierra con fines agropecuarios, la explotación minera y producción agroforestal, el sector secundario enfocado en la transformación de materias primas para un mayor aprovechamiento y productividad comercial y el sector terciario asociado a las actividades de servicios e industria.

- **Sector primario**

El sector primario para el departamento se divide en dos ramas importantes, la primera compuesta por agricultura, silvicultura, ganadería y pesca, la segunda la explotación de minas y canteras donde se destaca la explotación de carbón, petróleo y gas natural, siendo estas dos ramas las que mayor peso representan para la generación de recursos desde este sector.

Tabla 12 Usos del suelo en Boyacá a nivel agropecuario y forestal

<i>Uso del suelo</i>	<i>Hectáreas utilizadas</i>	<i>Participación departamental (%)</i>
<i>Forestal natural</i>	618.532	27.2
<i>Agropecuario</i>	1.542.567	67.7
<i>No agropecuario</i>	82.367	3.6
<i>Otros usos</i>	34.500	1.5
<i>Total</i>	2.277.667	100

Adaptado de: (DANE, 2016)

Tabla 13 Distribución de usos del suelo entre los subsectores pecuario y agrícola

Total hectáreas sector	Uso pecuario				Participación del subsector
	Hectáreas en pastos	Hectáreas en rastrojos	Hectáreas en infraestructura agropecuaria	Total hectáreas	
	881.383	351.472	1.619	1.234.474	80%
	Uso agrícola				
1.542,567	Hectáreas en cultivos	Hectáreas en descanso	Hectáreas en barbecho	Total hectáreas	Participación del subsector
	265.469	40.539	1.785	307.793	20%

Fuente: (DANE, 2016)

Como se aprecia en las tablas 12 y 13 la participación departamental del uso del suelo es mayoritariamente de tipo agropecuario teniendo el mayor nivel de participación en el subsector pecuario donde las hectáreas de pastos ocupan el 57% del total del suelo. La

producción agropecuaria con el 20% de participación tiene una cobertura del 17% en hectáreas cultivadas, esto permite identificar la predominancia que existe en Boyacá por la explotación pecuaria sobre la producción de alimentos de origen agrícola pese a la importancia que este sector tiene en la economía del departamento y los ingresos de las familias productoras minifundistas.

La explotación agrícola del suelo se realiza con diversidad de cultivos, el banco de datos abiertos cuenta con información desde el año 2011 y hasta el último censo nacional agropecuario realizado en el año 2017 información base sobre la cual se hace el análisis de cultivos representativos del departamento de Boyacá. Dentro de los cultivos permanentes la explotación de caña panelera y café cuenta con una participación del 36,54% y 18,23% entre los años 2011 y 2017 respectivamente; para el caso de los cultivos transitorios, los de mayor participación en cultivos son la papa y el maíz tradicional con una cobertura de hectáreas del 53,86% y 12,72% entre los años 2011 y 2017, para el caso de los cultivos anuales se da con la yuca (45,53%), el maíz tradicional (24,6%) y la arracacha (14,84%).

El departamento de Boyacá cuenta con diversos tipos de cultivos distribuidos en todas las regiones y que según las condiciones ambientales de cada zona pueden ser transitorios, permanentes o anuales y constituyen la totalidad de la producción agrícola de la región, destacando siembras de ahuyama, papa, caña panelera, maíz, arracacha entre otros.

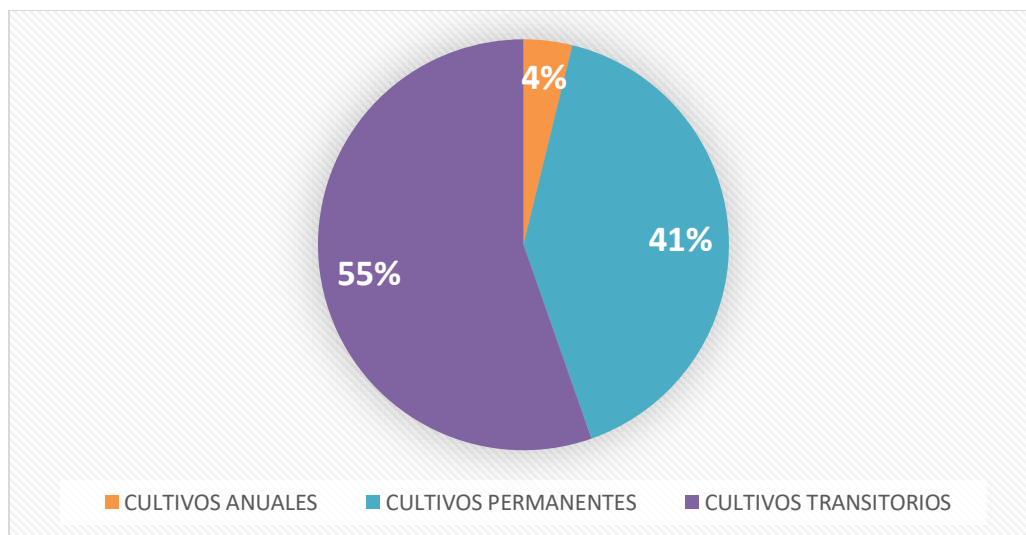


Figura 6 Hectáreas de áreas sembradas departamento de Boyacá periodo 2011-2017

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar, los cultivos transitorios tienen el mayor grado de participación de siembra del departamento con el 55% del total de las hectáreas sembradas, seguido por los cultivos permanentes y anuales, esto a su vez impacta en el uso del suelo y los condicionamientos necesarios para cada cultivo y cosecha respectiva.

A continuación, se presenta la relación de los cultivos permanentes y transitorios más representativos del departamento de Boyacá teniendo en cuenta el análisis de productividad entre 2011 y 2017:

Tabla 14 Relación de cultivos anuales departamento de Boyacá 2011 -2017

<i>Cultivo</i>	<i>Área sembrada (ha)</i>	<i>Participación %</i>
<i>Arracacha</i>	6027	14,84%
<i>Haba</i>	3047,6	7,50%
<i>Maíz tradicional</i>	9993,24	24,60%
<i>Tabaco negro</i>	2041,83	5,03%
<i>Yuca</i>	18490,85	45,53%

Fuente: Elaboración propia a partir de la información de datos abiertos del ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural

Tabla 15 Relación de cultivos permanentes departamento de Boyacá 2011 -2017

<i>Cultivo</i>	<i>Área sembrada (ha)</i>	<i>Participación %</i>
<i>Cacao</i>	35765,3	8,25%
<i>Café</i>	79015,09	18,23%
<i>Caña miel</i>	21522,4	4,97%
<i>Caña panelera</i>	158330,7	36,54%
<i>Plátano</i>	34913,08	8,06%

Fuente: Elaboración propia a partir de la información de datos abiertos del ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural

Tabla 16 Relación de cultivos transitorios departamento de Boyacá 2011 -2017

<i>Cultivo</i>	<i>Área sembrada (ha)</i>	<i>Participación %</i>
<i>Maíz tradicional</i>	74802,27	12,72%
<i>Arveja</i>	34672,8	5,90%
<i>Cebolla de bulbo</i>	35112,89	5,97%
<i>Frijol</i>	32083,89	5,46%
<i>Papa</i>	316762,69	53,86%

Fuente: Elaboración propia a partir de la información de datos abiertos del ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural

Como se puede apreciar en las tablas 14 a 16 las tres tipologías de siembra cuentan con diversos cultivos (se presentan solamente los cultivos con participación superior al 4.5%) con un total de 1.062.028 hectáreas sembradas entre los años 2011 y 2017 representando un importante uso del suelo con fines agrícolas dentro de la región.

Frente a la producción agrícola de la zona centro del departamento, principalmente las provincias Centro, Tundama, Suárez y Ricaurte cuentan con cerca del 80% de áreas destinadas para cultivos donde predominan los cultivos de papa, hortalizas y maíz (Gobernación de Boyacá, 2018).

Como se puede apreciar en la figura 7 la participación de la producción agropecuaria presentó un descenso desde el año 1999 alcanzando su nivel más bajo en el año 2012 y una reactivación en el crecimiento productivo y de ingresos a partir del año 2014, las variables tan significativas que se evidencian se asocian a comportamientos relacionados con el ordenamiento territorial del departamento que ha impulsado de forma más representativa las actividades de minería y explotación de hidrocarburos.

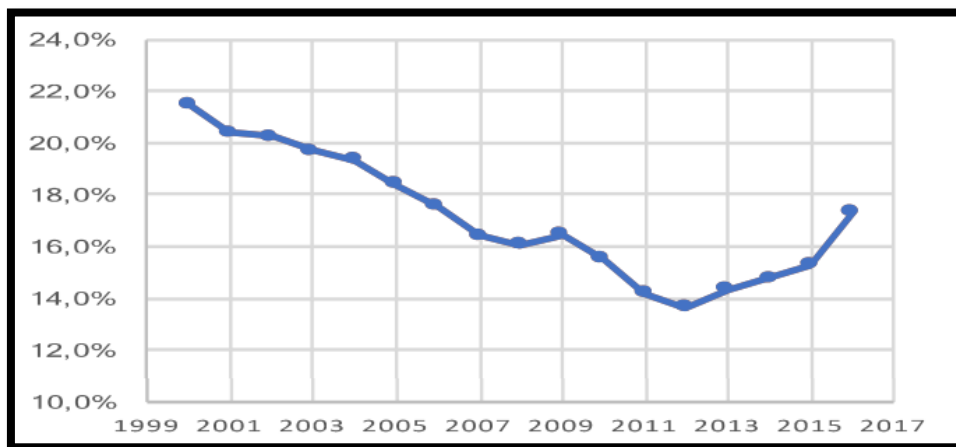


Figura 7 Participación del PIB del departamento de Boyacá sector primario: explotación agropecuaria

Fuente: (Gobernación de Boyacá, 2018)

Como ya se ha mencionado, la explotación minera tiene un grado de participación importante en el sector primario generado un aporte significativo a la economía del

departamento a través de la explotación de gas natural y petróleo. La explotación por minerales cuenta con predominancias según los diferentes municipios de la región, es así como la extracción de carbón es significativa en los municipios de Samacá, Socotá, Sogamoso, Paipa, Ráquira, Tasco y Mongua, el hierro es extraído de Paz del Río y Guayatá, los materiales de construcción son generados en Puerto Boyacá, Nobsa, Guateque y Samacá; y las arcillas en Sotaquirá, Arcabuco, Tunja y Gachantiva. La explotación minera cuenta con una participación a nivel nacional del 2.71% entre 2012 y 2017 siendo el carbón (37.48%) y el hierro (53.06%) los de mayor participación dentro de la región (Agencia Nacional de Minería, 2017).

- **Sector secundario**

El sector secundario en Boyacá está basado en la producción industrial de materias primas en subproductos de consumo y generación de energía y representa para el departamento un ingreso importante de la producción económica total, las industrias de hierro y acero así como la fabricación de productos minerales no metálicos, la construcción, la generación de sistemas de abastecimiento de servicios públicos (agua, gas, energía eléctrica), y la producción de bebidas son parte principal se este sector de la economía departamental.

En la figura 8 se presenta la relación general del comportamiento económico de este sector resaltando los principales componentes de participación en el departamento tomando como base el año 2001 y como cierre el año 2014:

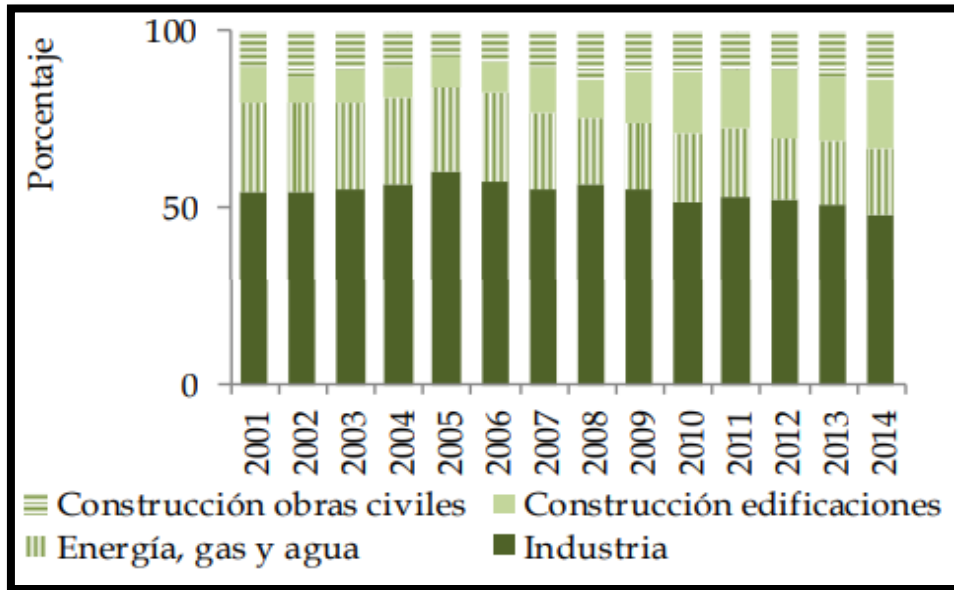


Figura 8 Composición del sector secundario de la economía para el departamento de Boyacá

Fuente: (Reina & Rubio, 2016)

Como se puede apreciar en la figura 8 la industria es dentro del sector secundario la que mayores aportes genera para el departamento resaltando la explotación de minerales para la producción de subproductos del hierro y acero, así como la fabricación de bebidas, seguido de la utilización de recursos para abastecimiento de servicios públicos en la región, seguido finalmente por la construcción como un componente emergente dentro de la economía departamental.

- **Sector terciario**

La oferta de servicios del departamento se centra primordialmente en actividades de comercio, hoteles, transporte, turismo y demás ofertas de servicios enfocadas en la protección y bienestar de la población tanto local como foránea. La participación del sector terciario representa un ingreso importante para la economía de la región siendo las actividades hoteleras, de gastronomía, transporte, almacenamiento y comunicaciones las de mayor impacto y generación de recursos, la oferta de servicios se potencializa teniendo en cuenta los atractivos turísticos naturales tales como el Lago de Tota, el nevado del Cocuy, la Laguna de Iguaque, el desierto de la Candelaria y el Parque Nacional Natural el Cocuy entre otros, y antrópicos tales como villa de Leyva y su zona colonial, Moguít, Monquirá y el puente de Boyacá solo por mencionar algunos de mayor relevancia. Los

servicios sociales, comunales y personales entre 2001 y 2014 presentaron un incremento, aportando un valor del 36,4% del total del sector y 15,0% del PIB y los servicios turísticos aportaron el 25,4% del PIB del departamento (Reina & Rubio, 2016).

Para el fortalecimiento del sector turístico en el departamento de Boyacá se incentivó en las últimas décadas la consolidación de corredores macro ecológicos como la Ruta de los Nevados, el corredor turístico de la Cardeñosa, la ruta turística de la Esmeralda, el Anillo de los Dinosaurios, anillo turístico de la Hinojosa (Departamento Administrativo de Planeación de Boyacá, 2019), con ello se pretende incrementar los ingresos y fortalecer el turismo en todo el departamento abriendo los espacios necesarios para promover el aprovechamiento paisajístico y cultural del territorio.

5.1.5 Problemáticas ambientales del departamento de Boyacá

Como ya se ha mencionado el clima es el conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un punto de la superficie terrestre, donde es importante aclarar que no es el análisis individual de estos factores (la temperatura, la lluvia, el viento, la atmósfera, entre muchos otros), sino que es el conjunto de dichos fenómenos meteorológicos analizados en escalas de tiempo prologadas (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural , 1998).

La gestión ambiental territorial del departamento de Boyacá se divide en cuatro jurisdicciones: la Corporación Autónoma Regional de Boyacá – CORPOBOYACÁ, la Corporación Autónoma Regional de Chivor – CORPOCHIVOR, la corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR y la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia – COPORINOQUIA, esta estructura de gobernanza ambiental obedece a la distribución geográfica del ecosistema del departamento y su correlación con la jurisdicción político – administrativa, lo que a su vez representa grandes retos en materia de solución de conflictos y toma de decisiones sobre el manejo adecuado de los recursos naturales y la ordenación ambiental del departamento alineada con los Planes de Ordenamiento Territorial de cada región, el plan de desarrollo nacional de turno y los actuales ODS.

Tabla 17 Distribución de las jurisdicciones ambientales que inciden en el departamento de Boyacá

<i>Corporación Autónoma Regional</i>	<i>Jurisdicción que la compone</i>
<i>CORPOBOYACÁ</i>	Todo el departamento de Boyacá excepto los municipios que forman parte de la CAR, CORPORINOQUIA y CORPOCHIVOR.
<i>CORPOCHIVOR</i>	Está conformada por los municipios de Ventaquemada, Boyacá, Turmequé, Nuevo Colón, Viracachá, Ciénaga, Ramiriquí, Jenesano, Tibaná, Umbita, Chinavita, Pachavita, Garagoa, La capilla, Tenza, Sutatenza, Guateque, Guayatá, Somondoco, Almeida, Chivor, Macanal, San Luis de Gaceno y Campohermoso.
<i>CAR</i>	Para el departamento de Boyacá comprende los municipios de Chiquinquirá, Saboya, San Miguel de Sema, Caldas, Buenavista y Ráquira.
<i>CORPORINOQUIA</i>	Para el departamento de Boyacá comprende los municipios de Pajarito, Paya, Pisba, Labranzagrande y Cubará.

Fuente: Elaboración propia

El departamento de Boyacá dentro de la oferta de productos y servicios que tiene destaca de forma representativa los recursos minerales y sus derivados así como los productos agrícolas, de estos dos elementos se desprenden una gran cantidad de subproductos como el carbón, las esmeraldas, el acero, el hierro, las arcillas, entre muchos otros y productos como la papa, la caña panelera, el maíz, la cebolla y la ahuyama entre otros respectivamente; todos estos insumos aportan ingresos a la región pero a su vez inciden en

la economía nacional de forma importante teniendo en cuenta la gran cantidad de recursos disponibles en el departamento, es por ello que los factores ambientales juegan un papel importante en el análisis regional ya que permiten definir la toma de decisiones que inciden en el ingreso de recursos y la oportunidad de establecer estrategias de producción y explotación de recursos alineadas con los ODS.

Las vulnerabilidades ambientales son múltiples y se asocian principalmente con la calidad de los suelos del departamento, la erosión y su sobre explotación en el sector de la agricultura, así como la sub utilización del recurso en áreas con potencialidades de aprovechamiento. Igualmente, la oferta de agua para actividades de producción agrícola juega un papel fundamental en la agenda ambiental territorial; la disponibilidad de este recurso asociado principalmente a actividades extractivistas como la explotación minera y la ganadería extensiva, ocasiona consecuencias negativas importantes frente a la oferta ambiental departamental que afectan a la región en términos sociales y económicos.

Respecto a las condiciones de temperatura y precipitación, según el estudio de Rojas, Arce, Peña, Boshell y Ariza (2010) a partir de las lecturas de las 31 estaciones meteorológicas del altiplano cundiboyacense (20 específicamente para el departamento de Boyacá), las temperaturas media máxima y mínima han presentado variaciones importantes a lo largo de la segunda mitad del siglo XX e inicios del siglo XXI; en la tabla 18 se puede apreciar la fluctuación anual de la temperatura máxima y mínima así como de la precipitación de las diferentes estaciones meteorológicas del departamento de Boyacá.

Tabla 18 Variación anual de la temperatura máxima media, temperatura mínima media y la precipitación anual de las estaciones meteorológicas del departamento de Boyacá

Municipio	Temperatura máxima		Temperatura mínima		Precipitación	
	Con-fianza	Variación anual (°C)	Con-fianza	Variación anual (°C)	Con-fianza	Variación anual (mm)
Cultiva	***	0,067	*	-0,063		0,44
Tunja	**	0,027		0,018		3,50
Samacá		0,012		-0,012		5,53
Rondón		0,039		-0,003	*	22,82
Miraflores	+	0,024	***	-0,123		0,99
Villa de Leyva	*	0,036		0,008	*	12,29
Paipa		0,018		-0,019		5,99
Sogamoso	**	0,041	***	0,074		4,13
Socotá		0,017		-0,013		-4,20
Cubará	*	0,033		-0,027		-35,70
La Uvita		0,024		0,012		-0,36
Guicán	**	0,093	*	-0,025	+	-19,64
Chita	*	0,040	+	-0,021		-1,27
Chiscas		-0,002		-0,012		1,35
Boavita	**	-0,041		-0,019		-5,12
Nobsa	+	0,035	**	0,059		3,06
Sativanorte		0,013		-0,002		-7,73
Nuevo Colón	*	0,035		0,001		1,65
Sutatenza	**	0,033	*	0,026	*	5,30
Macanal	*	-0,049		0,011		-0,03

Nivel de confianza estadística: *** 99,9%, ** 99%, * 95%, + 90%

Fuente: Adaptado de (Rojas, Arce, Peña, Boshell, & Ayarza, 2010)

Teniendo en cuenta la información de la tabla 18 se puede concluir que los niveles de temperatura y precipitación en el departamento han aumentado de forma significativa presentando variaciones mayoritariamente positivas de la temperatura del aire, así como reducciones importantes en la temperatura mínima a lo largo de las diferentes estaciones meteorológicas, esto sin duda evidencia las implicaciones que tiene las variabilidad climática sobre la región y como fenómenos como las heladas en las zonas de mayor altitud y periodos secos más intensos en un intervalo de tiempo corto (interior a 30 años) ocasionan importantes cambios en el desarrollo de las dinámicas regionales del departamento y sus diferentes sectores productivos afectando la calidad de las condiciones ambientales para la gestión de bienes y servicios ambientales así como se productos de diferente índole.

Otra de las grandes problemáticas ambientales de la región se deriva de la utilización del suelo con el modelo agropecuario tradicional enfocado en la sobre explotación sin mediar su capacidad de resiliencia. El suelo del departamento cuenta con diferentes niveles de severidad (nivel de daño o afectación que se puede presentar en el suelo según análisis de calidad) que se encuentran en un área aproximada de entre el 60% y el 80%, dichos niveles van asociados con la deforestación, la ganadería extensiva y el monocultivo generando afectaciones de erosión severa con cárcavamiento, remoción, movimientos en masa, y erosión superficial de pata de vaca (Universidad Santo Tomás, 2011), estos factores sumados a la explotación minera no solo han deteriorado la calidad del suelo y han disminuido la oferta del recurso hídrico sino que han ocasionado problemáticas sociales incrementando los niveles de violencia y atraso generando a su vez disminución en la calidad de la vida de algunas provincias que tienen la minería como fuente de ingreso mayoritaria, sin dejar de lado que algunas de las prácticas de minería se realizan de forma artesanal sin tener en cuenta análisis de impacto ambiental y poniendo en riesgo la vida de las personas y reduciendo a su vez la calidad ambiental del suelo y el agua.

El manejo del suelo también se ve afectado por el aspecto ambiental asociado a la gestión integral de residuos que directamente se relaciona con el crecimiento poblacional departamental, así como por el desarrollo económico en los tres sectores sin un manejo preventivo acertado, baja preparación de la población y desarticulación de las organizaciones ambientales regionales con la población; esto a su vez afecta directamente la calidad del agua teniendo en cuenta que muchos de los residuos generados son dispuestos sin control técnico alguno generando lixiviados y contaminación de los espejos de agua, lagunas y embalses debido al aporte de materia orgánica e inorgánica que ocasiona la eutrofización de estos (Universidad Santo Tomás, 2011), lo que a su vez afecta la oferta turística y reduce los ingresos debido a la disminución de escenarios ambientales que brinden calidad y buenas condiciones para su explotación sostenible desde el enfoque del turismo ambiental.

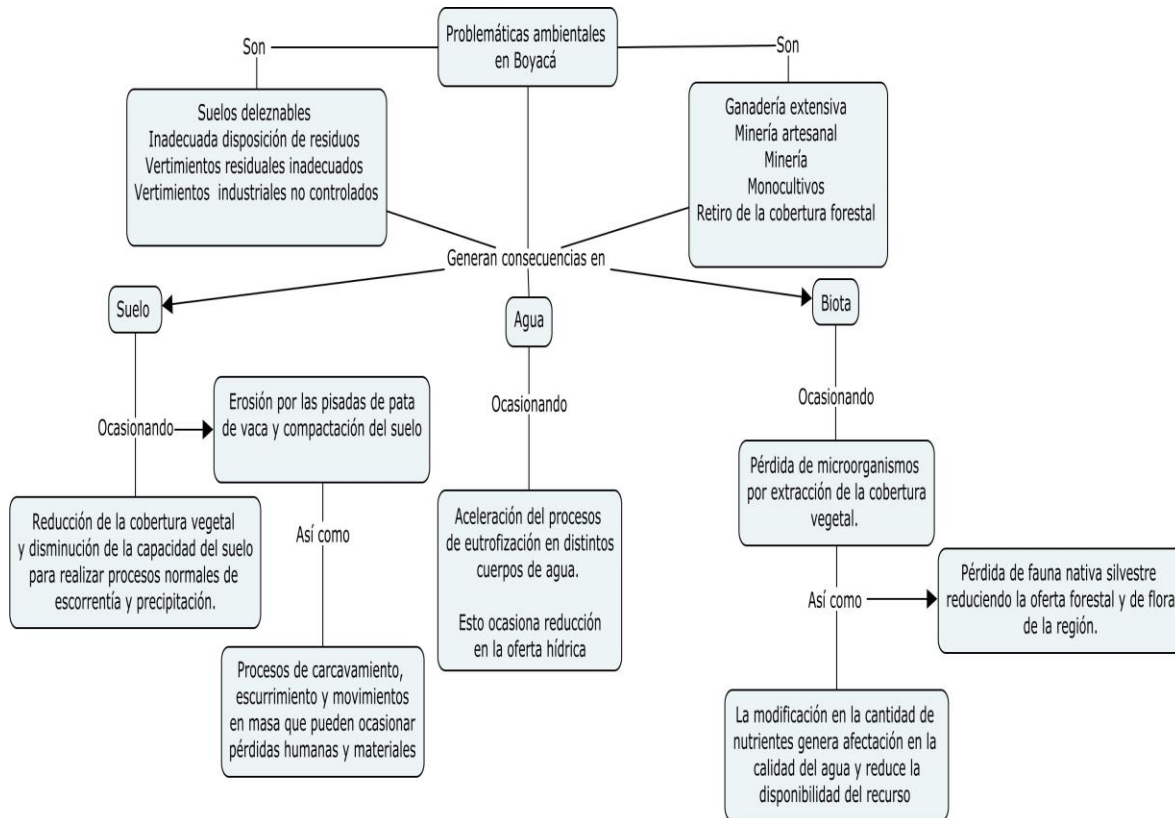


Figura 9 Problemáticas ambientales del departamento de Boyacá
Adaptado de: (Universidad Santo Tomás, 2011)

Para que exista una relación armoniosa entre la productividad del departamento y la estabilidad ambiental y ecológica de la zona, es preciso reconocer la importancia de las organizaciones públicas como referentes y principales responsables tanto de la estructuración de acciones en materia de gestión ambiental territorial como de monitoreo y seguimiento de dichas acciones en el marco de las políticas ambientales de cada jurisdicción ambiental.

Dentro de las problemáticas ambientales, las de mayor importancia para el departamento y sus jurisdicciones ambientales son la gestión del recurso hídrico, la estabilidad y gobernanza sobre los páramos y la calidad y buen uso del suelo. La zona de páramo está ubicada en el límite superior de la selva altoandina y bajo el límite superior de las nieves perpetuas siendo una zona con importantes niveles de humedad debido a sus altas precipitaciones (Corporación Autónoma Regional de Chivor, 2006), sin embargo los

impactos que el sector minero y de agricultura generan en las zonas de páramo una afectación tal que compromete el abastecimiento del recurso a todas las provincias bajo su cargo siendo un factor de atención, ya que si bien se mantiene en niveles de tolerancia aceptables frente a la disponibilidad del recurso, es susceptible de pasar a estado crítico por el uso inadecuado de sus páramos así como de sus diferentes cuerpos de agua.

El 19% del total de las áreas de páramo se encuentran dentro del departamento de Boyacá siendo estos ecosistemas estratégicos para la generación de agua. Una de las principales problemáticas ambientales en los páramos del departamento es la invasión de las zonas protegidas para labores de agricultura (papa y cebolla principalmente) y minería lo que genera deterioro del suelo, degradación de la calidad de agua y reducción en la producción de agua dulce por invasión y deterioro del hábitat del frailejón.

En materia de suelos, el departamento cuenta con suelos de categoría VI – VII, es decir suelos de conservación y protección ambiental siendo una de las problemáticas más importantes la ampliación de la frontera agrícola y la deforestación que afecta directamente las áreas de páramo lo que a su vez conlleva a deterioros significativos del suelo que no solo disminuyen la calidad de estos en términos de nutrientes, retención de agua y heterogeneidad, sino que los vuelve inestables ocasionando riesgos de deslizamiento por fenómenos de remoción en masa (CORPORINOQUIA, 2013).

5.2 Producción de papa, rendimiento de cultivos en la región de Boyacá periodo 1998 – 2018 y variables ambientales

La papa es un alimento importante a nivel mundial, se originó en la cuenca del lago Titicaca a 3810 msnm diseminándose por toda América gracias a los indígenas y a nivel mundial tras la llegada de los europeos (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2000). Es una planta solanácea que produce tubérculos contando con diversas variedades como son la papa pastusa, la papa Diacol, la papa Capiro, la papa Tuquerreña y la papa Criolla, siendo el cuarto cultivo alimenticio básico después del trigo, el arroz y el maíz (DANE, 2002).

El 90% de la de la producción de papa a nivel nacional para el año 2018 se centró en cuatro departamentos: Cundinamarca (37%), Boyacá (27%), Nariño (20%) y Antioquia (6%), el 27% representa aproximadamente unas 726.457 toneladas que aportan a gran escala en el abastecimiento del producto a nivel nacional (El Diario Boyacá, 2018).

Respecto al levantamiento de la información asociada con la producción de papa a nivel nacional es importante tener en cuenta que la misma ha tenido varios cambios metodológicos a lo largo de los últimos 50 años que han permitido aumentar la certeza de los datos, así como la calidad de estos.

La recolección y el procesamiento de la información agropecuaria en Colombia inicia oficialmente en el año 1960 con el primer Censo Nacional Agropecuario realizado por el DANE que tuvo estadísticas continuas posteriores desde 1964 hasta 1970. Posterior a dicho año inició el segundo gran Censo Nacional Agropecuario liderado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería basado en un método de recolección de información subjetivo que limitó la disponibilidad real de información del comportamiento de la producción agrícola en el país (DANE, 2018 b) .

Para el año 1982 se aprobó el tercer Censo Nacional Agropecuario proyectado para realizarse en el año 1986, sin embargo el DANE no logró cumplir con dicho objetivo, y fue necesario reestructurar el ejercicio, lo que llevó a la realización de pruebas pilotos para llevar a cabo la Primera Encuesta Nacional Agropecuaria – PENAGRO a finales del año 1988 con una cobertura de 23 departamentos y un análisis del sector agropecuario de la época así como los factores sociodemográficos correspondientes (DANE, 2018 b). En el año 1993 se estableció un convenio entre el MADR y el DANE estableciendo el Sistema de Información del Sector Agropecuario Colombiano - SISAC a través del cual se llevó a cabo el desarrollo de 10 Encuestas Nacionales Agropecuarias en el periodo 1995-2005; a partir del año 2006 y hasta el año 2009 la ENA fue realizada por el MADR; en el año 2010 la ENA se realizó entre el MADR, el DANE y la Corporación Colombiana Internacional – CCI, pasando a partir del año 2011 y hasta el año 2017 a ser realizada en su totalidad por el DANE (DANE, 2018 b).

Teniendo en cuenta el anterior análisis histórico frente a la recolección de información agropecuaria en Colombia, a continuación, se presentan los resultados encontrados de la información asociada al rendimiento de cultivos de papa para el departamento de Boyacá en el periodo 1997-2018 tomando como base las diferentes fuentes de información obtenidas; es importante resaltar que para el periodo 1997-2010, la información de los operativos agropecuarios no reflejaron en los anuarios estadísticos la información de las hectáreas sembradas por año, por ende no se cuenta con dicha información desagregada para los primeros 13 años:

Tabla 19 Producción de papa departamento de Boyacá periodo 1997 - 2018

Año	Cultivo	Área sembrada (ha)	Área cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha).
1997	Papa	No hay dato	45302	435115	9,60
1998	Papa	No hay dato	26575	422864	15,91
1999	Papa (producción total)	No hay dato	33721	324762	9,63
	Papa (consumo directo)		29975	285321	9,51
	Papa criolla		1185	6463	5,45
	Papa (producción industrial)		2560	33221	12,97

Año	Cultivo	Área sembrada (ha)	Área cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha).
2000	Papa (producción total)	No hay dato	23605	382213	16,19
2001	Papa (Producción total)	No hay dato	31407	374942	11,93
	Papa (consumo directo)	No hay dato	27186	309767	11,39
	Papa (Producción industrial)	No hay dato ¹⁰			
2002	Papa (Producción total)	No hay dato	25063	374424	14,93
	Papa (Consumo directo)	No hay dato	19100	270071	14,13

¹⁰ Para el año 2001 la información asociada con la producción industrial de papa aparece para los departamentos de Cundinamarca y Nariño, lo demás está catalogado como "otros departamentos", por ende, no se cuenta con información específica para Boyacá en dicho periodo.

Año	Cultivo	Área sembrada (ha)	Área cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha).
	Papa (Producción industrial)	No hay dato	5968	104914	17,57
2003	Papa (Producción total)	No hay dato	28171	475925	16,89
	Papa (Consumo directo)	No hay dato	24134	403610	16,72
	Papa (Producción industrial)	No hay dato	4039	71561	17,71
2004	Papa (Producción total)	No hay dato	41234	662710	16,07
2005	Papa (Producción total)	No hay dato	34706	547031	15,76
2006	Papa (Producción total)	No hay dato	35188	573148	16,29

Año	Cultivo	Área sembrada (ha)	Área cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha).
2007	Papa (Producción total)	No hay dato	38917	642081	16,49
2008	Papa (Producción total)	No hay dato	42812	693801	16,20
2009	Papa (Producción total)	No hay dato	45618	786466	17,24
2010	Papa (Producción total)	No hay dato	47542	829150	17,44
2011	Papa (Producción total)	35235	26482	474853	17,2
2012	Papa (Producción total)	39956	27236	513421	18,5
2013	Papa (Producción total)	40137	33950	616837	18,1

Año	Cultivo	Área sembrada (ha)	Área cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha).
2014	Papa (Producción total)	38596	31506	647983	20,6
2015	Papa (Producción total)	42295	34778	647503	18,6
2016	Papa (Producción total)	39349	45620	886597	19,5
	Papa (Producción total)	38323	43781	987551	22,6
2017	Papa (Producción total)	35235	26482	474853	17,2
2018	Para el año 2018 no se llevó a cabo la Encuesta Nacional Agropecuaria, por ende, no se cuenta con información de áreas sembradas ni cosechas.				

Fuente: Elaboración propia a partir de fuentes de información del Ministerio de Agricultura y el DANE.

La tabla 19 presenta la información consolidada a partir de diferentes fuentes de información de la Encuesta Nacional Agropecuaria para el periodo 1997-2018, en este orden de ideas la información presenta variaciones asociadas con el tipo de información respecto a los cultivos analizados (producción total, industrial y consumo directo), dejando

claro que para el periodo 2004-2010 la información obtenida se asocia con totales obtenidos de los anuarios estadísticos agropecuarios del MADR.

Teniendo en cuenta lo anterior, el análisis de productividad se segmenta en tres periodos de tiempo según la información recolectada de las diferentes fuentes: el primero abarca el periodo 1997-2003 tomando como base los informes consolidados de la ENA de la época; el segundo abarca el periodo 2004 – 2010 siendo la información totalizada obtenida de los anuarios estadísticos nacionales del sector agropecuario del MADR, y el tercer grupo de datos comprende el periodo 2011 – 2017 siendo la información de la ENA obtenida del DANE, es importante aclarar que si bien el periodo del estudio es 199-2018, teniendo en cuenta que para el año 2018 no se llevó a cabo la encuesta nacional agropecuaria, se consideró adecuado ampliar un año hacia atrás la información recopilada para abordar los datos en el periodo de tiempo de 20 años.

En las figuras 10 y 11 se puede apreciar una variación importante en la producción de papa para el departamento entre los años 1997 y 2003, siendo dentro de este grupo el año 1999 el de menor productividad y el año 2003 el de mayor productividad con niveles superiores al 37% para todo el grupo de datos. Por otro lado, respecto a los demás años la producción de papa se mantuvo relativamente estable con incrementos hacía el final del corte.

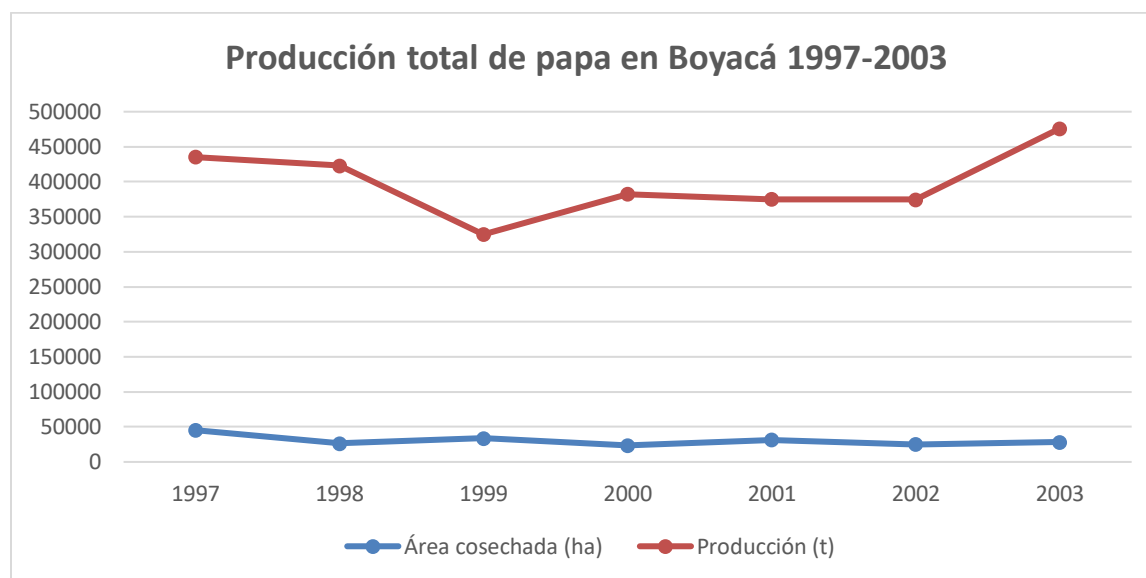


Figura 10 Producción total de papa en Boyacá 1997-2003

Fuente: Elaboración propia

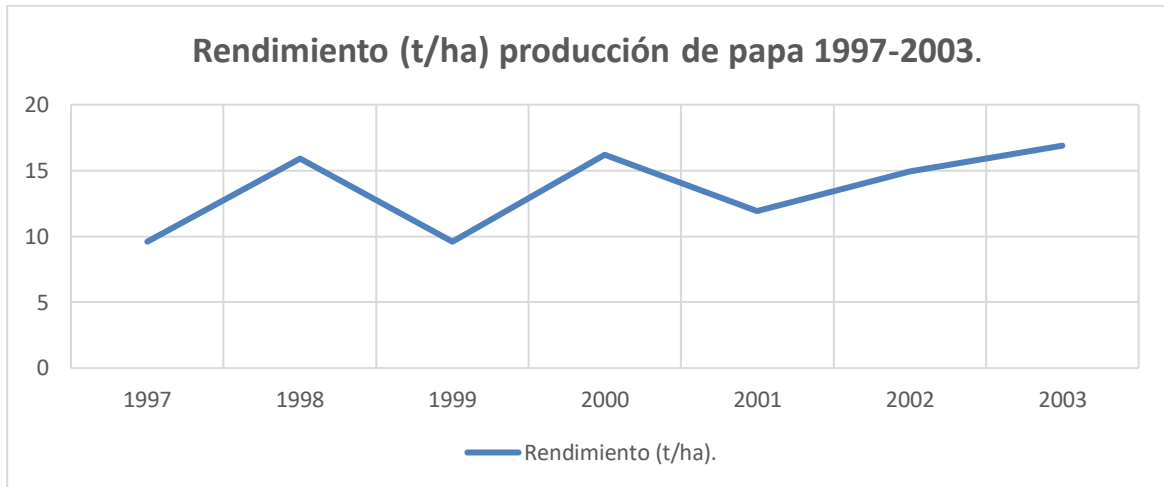


Figura 11 Rendimiento de cultivos de papa 1997-2003

Fuente: Elaboración propia

En las figuras 12 y 13, es posible apreciar una particularidad asociado a la fuente de información respecto a los demás periodos de datos, cuyos resultados se cruzan entre periodos al ser tomados de distintos anuarios estadísticos del Ministerio de Agricultura, sin embargo, la información obtenida representa un aumento significativo de la producción en toneladas de papa respecto al periodo de años anteriores, con incrementos en la producción superiores en su mayoría al 50% frente al periodo 1997-2003 y con notables aumentos en la productividad de las áreas cosechadas.

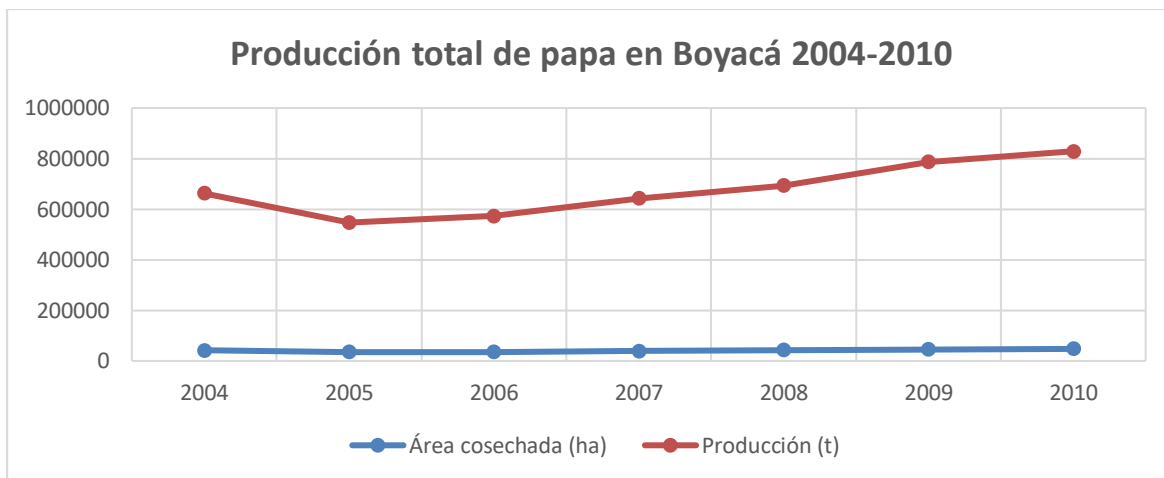


Figura 12 Producción total de papa en Boyacá 2004-2010

Fuente: Elaboración propia

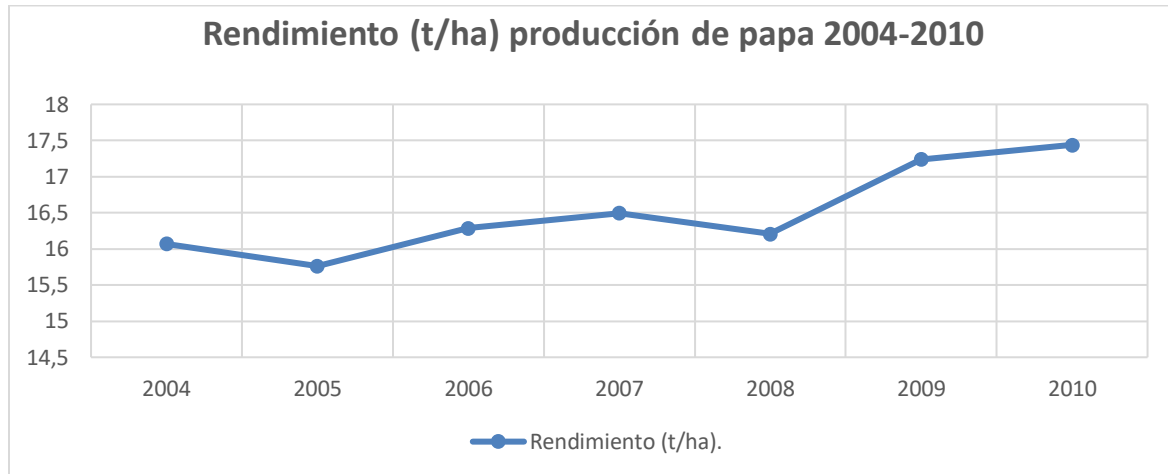


Figura 13 Rendimientos de cultivos de papa 2004-2010

Fuente: Elaboración propia

En las figuras 14 y 15 que comprenden el periodo 2011 – 2017 se evidencia una estabilidad en la producción del tubérculo, así como un aumento en la cantidad de toneladas obtenidas del producto comparado con el periodo 1997-2010.

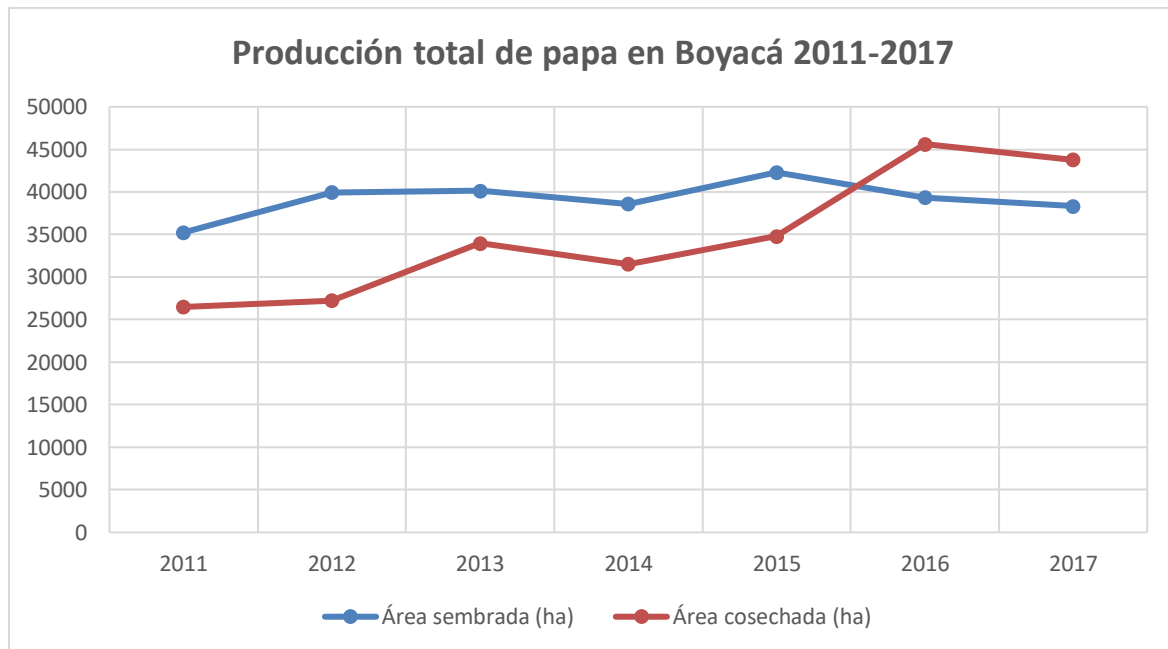


Figura 14 Producción total de papa en Boyacá 2011-2017

Fuente: Elaboración propia

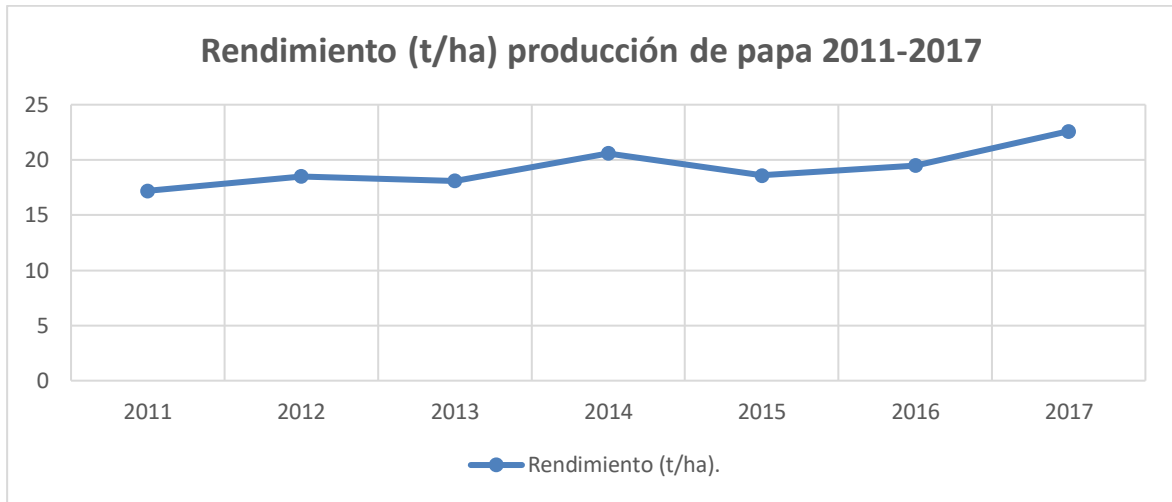


Figura 15 Rendimiento de cultivos de papa 2011-2017
Fuente: Elaboración propia

Finalmente, la figura 16 presenta la relación total de producción de papa para el periodo consolidado (1997 – 2017), evidenciando incrementos en la producción de papa con algunas variaciones importantes en la producción total departamental para los periodos 2004-2005, y 2010-2011 respectivamente (este último periodo con graves implicaciones para la economía regional que se vieron en recuperación apenas hasta el año 2016).

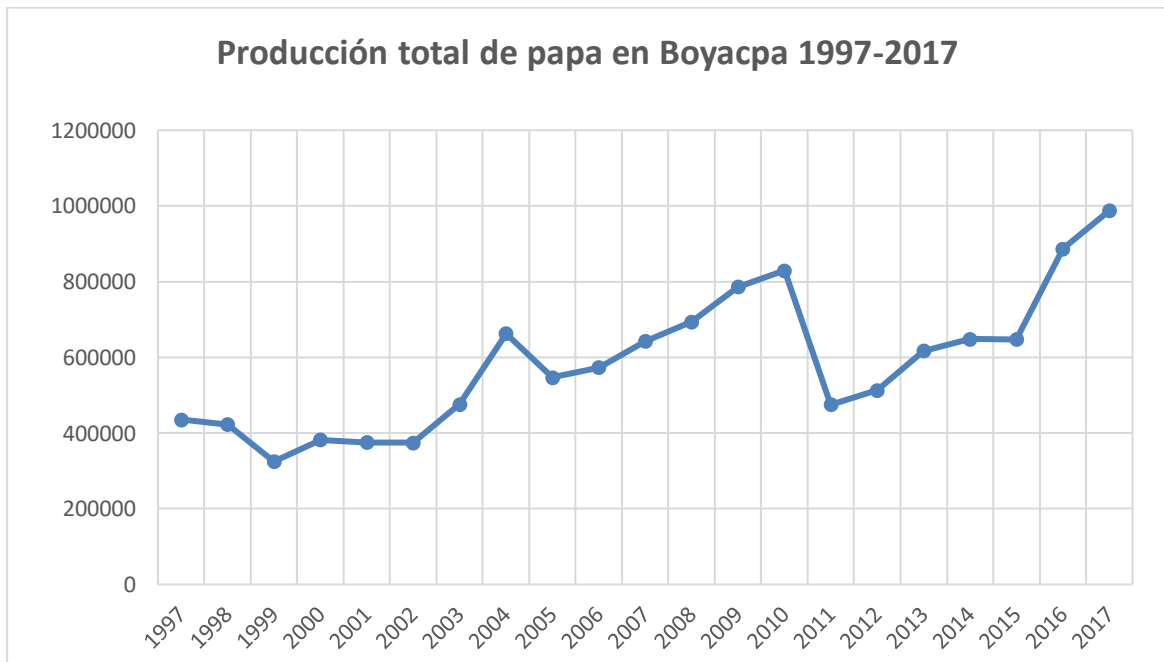


Figura 16 Producción total de papa en Boyacá 1997-2017
Fuente: Elaboración propia

Frente a lo anteriormente expuesto, es importante destacar que para el periodo 2010-2012 se presentó una reducción en la producción de toneladas de papa a nivel nacional asociado principalmente a la ola invernal 2010 que tuvo una duración de 6 meses (noviembre 2010 mayo de 2011) y que afectó negativamente el rendimiento de los cultivos de papa en un 2% t/ha y que a su vez impactó el rendimiento esperado en un estimado de 19.4 t/ha (Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2012), esto a su vez - como se mencionó anteriormente-, impactó los rendimientos futuros que presentaron incrementos considerables a partir del año 2016, con la estabilización de los cultivos transitorios y las medidas de contingencia adoptadas.

5.2.1 Tipos de papa cultivada en la región de Boyacá

La papa es una especie vegetal del género *Solanum*, perteneciente a la familia de las solanáceas con más de 2000 tipos distintos cultivados alrededor de todo el mundo (DANE, 2013). Este alimento como el imaginario colectivo que se tiene del tubérculo es de forma redondeada y principalmente de color oscuro en el exterior y blanco en el interior, sin embargo, en Colombia la variedad de la papa es amplia e incluye diversos tipos de tubérculos con formas y colores diversos que rompen con la imagen tradicional del producto, estas son nativas y su producción es propia de cada región del país, sin embargo en términos comerciales y de productividad para la región no son relevantes debido a su alto costo de comercialización así como a la limitación en términos de extensión de territorio para la producción de los cultivos.

Entre las principales variedades de papa que se pueden dar en Colombia están la tuquerreña o sabanera, parda pastusa, pastusa suprema, rubí, salentuna, carriza, diacol capiro-r12, ICA única, ICA nevada, ICA Nariño, milenio-1, diacol Monserrate y yema de huevo (papa criolla). Para el caso específico del departamento de Boyacá, la principal producción de papa es de los tipos Criolla, Diacol Capiro, Diacol, Monserrate, ICA Purace, Parda Pastusa y Tuquerreña (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2000).

La variedad de papa es amplia en el departamento de Boyacá, así mismo para Colombia la producción de este tubérculo juega un papel importante tanto en términos de seguridad

alimentaria como en materia de productividad para el sector agropecuario siendo una afirmación resaltada en documentos técnicos nacionales.

El cultivo de papa en Colombia es considerado como uno de los de mayor importancia dentro de la economía campesina. La cantidad de productores dedicados a su explotación en todo el país, la magnitud de la superficie dedicada a este cultivo la alta generación de empleos directos a nivel rural, el papel como fundamental generador de ingresos agrícolas familiares, la condición de ser precursor de la mayoría de los sistemas de producción de clima frío, la incidencia positiva en el crecimiento de la agroindustria nacional y el creciente impacto esperado en la generación de divisas son sólo algunos de los factores que califican a este tubérculo dentro de los primeros en la actividad agroeconómica nacional. (Rodríguez Q. P., 1996, pág. 7).

A continuación, se presenta la información general de los distintos tipos de papa que se producen en el departamento de Boyacá identificando sus características principales:

Tabla 20 Generalidades de los tipos de papa del departamento de Boyacá

Variedad	Características de la planta	Características del tubérculo	Calidad	Reacción a enfermedades	Características agronómicas
Yema de huevo (criolla)	De porte bajo, follaje verde claro, crecimiento rápido y de regular cobertura. Presenta varios tallos delgados, de color verde claro. Foliolos primarios pequeños y rugosos de color verde claro, flores color lila, abundantes y de escasa fructificación.	Tuberización muy temprana, tubérculos numerosos por planta, de tamaño pequeño forma redonda, ojos profundos y numerosos, color piel y pulpa amarillo intenso. No tiene periodo de reposo, presenta brotes de varios centímetros antes de la maduración.	Excelente calidad para consumo fresco; aunque se deshace en la cocción, presenta contenido de materia seca de 22,8% y de azúcares reductores de 0,1 mg/g de fresco.	Mediana resistencia a gota (Phytophthora infestans).	De maduración temprana, periodo vegetativo del cultivo de 4 meses. Su rango de adaptación está comprendido entre las altitudes de 2.500 y 3.000 metros, presenta un rendimiento promedio de 15 a 18 t/ha.
Diacol Capiro	Porte mediano, follaje escaso, crecimiento lento y de regular cobertura; tallos no muy gruesos de color	Tuberización temprana, tubérculos numerosos en forma redonda, ligeramente aplanada, de tamaño grande. Piel color rojo,	Presenta un contenido de materia seca entre 20 y 22% y promedio de concentración de azúcares reductores	Susceptible a la gota (Phytophthora infestans) y oidiosis (Erysiphe cichoracearum), susceptible a la roña polvosa	Se adapta a altitudes entre los 2.000 y los 3.2000 metros, tiene un periodo vegetativo de ente 4 meses y medio a 6 meses, según la altitud

Variedad	Características de la planta	Características del tubérculo	Calidad	Reacción a enfermedades	Características agronómicas
	verde y púrpura. Las flores son de color rosado lila con acúmenes blancos en la punta. Rara vez forman frutos	ojos superficiales con pulpa color crema. Presenta una buena conservación en almacenamiento prolongado.	de 0.1 mg/g de peso fresco.	(Spongospora subterránea). Es tolerante a los virus PVX y PVY, a la marchitez bacteriana (Ralstonia solanacearum) y a roya (Puccinia pittieriana)	donde se cultive, así mismo requiere una importante precipitación. Presenta un rendimiento promedio entre 25 y 30 t/ha. Presenta un tamaño promedio grande.
Diacol Monserrate	Presenta porte alto, tallos gruesos, erectos, poco ramificados de color verde claro. Tiene regular cobertura de follaje y flores de color lila.	Presenta tuberización temprana, tubérculos grandes poco numerosos, sin protuberancias de forma ovalada o redonda y algo aplanada. Piel color crema con tintes rosados susceptibles al verdeamiento. Tiene un periodo de reposo aproximadamente	Tiene un porcentaje de materia seca del 23%, y de concentración de azúcares reductores de 0.1 mg/g de peso fresco.	Resistente a la gota (Phytophthora infestans). Tolerancia al virus del enrollamiento de la hoja PLRV y a heladas leves (-3°C por una hora). Susceptible a los virus PVX, y PVY y a las rhizoctonias (Rhizoctonia solani). Tolerante a	Maduración relativamente temprana, con un periodo vegetativo de 5 a 5 meses y medio. Adaptable a zonas altas, se cultiva sobre los 2.500 y los 3.200 metros de altitud. Tiene un rendimiento comercial de 30t/ha. Su tamaño es por lo general grande y muy grande

Variedad	Características de la planta	Características del tubérculo	Calidad	Reacción a enfermedades	Características agronómicas
		ente de tres meses (15°C y 75% de humedad relativa). Presenta resistencia al transporte.		la roya (Puccinia pittieriana).	(primera y cero).
ICA Puracé	Porte mediano de crecimiento rápido y buena cobertura. Tallos gruesos erectos de color verde oscuro, púrpura hacia la base. Folios primarios grandes de color verde oscuro con flores no muy abundantes de color rosado violáceo.	Tuberización temprana. Las raíces presentan estolones largos. Los tubérculos son numerosos, de grandes forma redonda, ligeramente aplanada. Piel color púrpura claro o rojo. Ojos superficiales, pulpa de color blanco. Tiene un periodo de reposo de dos meses a 15°C y 75% de humedad relativa. Resistente al	Regular para consumo fresco. No se desmorona al cocinarla. Especial para enlatado en cubos. El contenido de la materia seca es de 22% y de azúcares reductores de 0.25 mg/g de peso fresco.	Es inmune a la raza 0 de gota (Phytophthora infestans) pero susceptible a las razas 1,4, y 1-4. Resistente a la rhizoctonias (Rhizoctonia solani), tolerante a los virus PVX, PVY y al virus de enrollamiento de las hojas PLRV.	Periodo vegetativo relativamente temprano, 5 a medio, zona de adaptación entre los 2.200 y los 3.000 metros de altitud. No se adapta bien al páramo alto. Tiene un rendimiento comercial de 35 t/ha., presenta un tamaño promedio grande (primera).

Variedad	Características de la planta	Características del tubérculo	Calidad	Reacción a enfermedades	Características agronómicas
		transporte y al verdeamiento.			
Parda pastusa	Porte erecto, numerosos tallos de color verde claro que forman un follaje abundante, de crecimiento relativamente lento. El sistema de raíces y estolones es largo y abundante. Produce un número relativamente alto de tubérculos por planta.	Forma redonda, ligeramente aplanada, tamaño mediano, piel gruesa, áspera y de color rosado claro, pulpa color crema y ojos de profundidad media. Tuberización tardía; el engrosamiento de los tubérculos se produce en los últimos 40 a 50 días del ciclo del cultivo. Resiste al manipuleo; conserva su calidad durante el almacenamiento prolongado. Presenta relativa	Su contenido de materia seca es de 22 a 23% y de azúcares reductores de 0.25 mg/g peso fresco. Es excelente para el consumo fresco, aunque los tubérculos se desintegran fácilmente al cocinarse.	Tolerancia media a la gota (Phytophthora infestans), y a los virus PVX y PVY susceptible a la roya (Puccinia pittieriana), al virus de enrollamiento de la hoja PLRV y a la rhizoctoniasis (Rhizoctonia solani). Es una variedad muy susceptible a roña (Spongospora subterránea).	Se adapta entre los 2.000 y los 3.500 metros de altitud adaptándose bien a los climas de páramo con altitudes entre los 2.700 y los 3.500 metros. Requiere buena precipitación y suelos fértiles no muy laborados. Tiene un ciclo de cultivo de 6 a 7 meses según la altitud volviéndola una variedad tardía. El rendimiento promedio en condiciones normales de lluvia, es de 30 t/ha. El

Variedad	Características de la planta	Características del tubérculo	Calidad	Reacción a enfermedades	Características agronómicas
		tolerancia al verdeamiento y al transporte.			tamaño predominante del tubérculo es mediano (segunda).
Tuquerreña	De porte mediano; verde oscuro, crecimiento lento y regular cobertura, tallos gruesos ramificados poco pigmentados ; foliolos primarios pequeños de color verde oscuro. Flores moradas o púrpuras de larga duración y con fructificación abundante.	Tuberización tardía, tubérculos numerosos de tamaño pequeño a mediano; forma redonda, ligeramente aplanada, profundidad de ojos superficial, la piel es púrpura y la pulpa es crema. Resistente al verdeamiento y al transporte prolongado. Periodo de reposo de tres meses a 15°C y 75% de humedad relativa. Excelente conservación en	Excelente para consumo fresco, no se deshace al cocinarla. El contenido de materia seca es de 24.5% y de azúcares reductores de 0.1 mg/g de peso fresco.	Es susceptible a la gota (Phytophthora infestans).	Maduración muy tardía, de 6 a 7 meses de ciclo de cultivo. Adaptación a zonas de altitudes entre 2.600 y 3.200 metros. Se adapta bien a zonas altas. Tiene un rendimiento comercial de 20 t/ha. Tiene un tamaño predominante de pequeño a mediano (tercera y segunda respectivamente).

Variedad	Características de la planta	Características del tubérculo	Calidad	Reacción a enfermedades	Características agronómicas
		almacenamiento.			

Fuente: Adaptado de (Corpoica, 2000)

Las variedades de papa producidas en el departamento de Boyacá son principalmente resistentes y productivas con un rendimiento considerable que oscila entre las 15 y las 35 t/ha según el tipo de variedad sembrado, la altura y las condiciones climáticas y de calidad del cultivo.

Tabla 21 Características productivas de la papa cultivada en Boyacá

Variedad	Madurez	Rendimiento	Tamaño de la planta	Color de la pulpa
Yema de huevo (pastusa)	Temprana	15 a 18 t/ha	Bajo	Amarilla
Diacol Capiro	Intermedia tardía	a 25 a 30 t/ha	Mediano	Crema
Diacol Monserrate	Intermedia	30 t/ha	Alto	Crema
ICA Puracé	Temprana	35 t/ha	Mediano	Blanca
Parda pastusa	Tardía	30 t/ha	Mediano	Crema
Tuquerreña	Tardía	20t/ha	Mediano	Crema

Fuente: Adaptado de (Corpoica, 2000)

5.2.2 Nutrientes y condiciones necesarias para la producción de la papa

Para la producción exitosa de papa se requiere de forma exigente importantes cantidades de Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Así mismo existen diferentes amenazas biológicas que pueden afectar negativamente la producción exitosa de la papa como diferentes cultivos de hongos (gota, roya, tizón, Rhizoctoniasis), bacterias (Dormidera, Pata negra), virus

(enrollamiento de las hojas, enanismo amarillo) y plagas (polilla guatemalteca, pulgones, chizas, tostón y trozadores), que en diferentes escalas y según los tipos de variedad de papa pueden impactar en mayor o menor escala la producción.

En términos ambientales – climáticos, factores como las heladas, las sequías, las lluvias a destiempo y con niveles superiores a los históricos, así como la erosión son elementos incidentes que marcan la variabilidad en la producción de papa; así mismo, las problemáticas ambientales ya mencionadas relacionadas con el ordenamiento territorial, el uso adecuado del agua, la sobreexplotación del suelo por monocultivos y actividades ganaderas, la mala gestión de residuos así como el uso de agroquímicos y fertilizantes nocivos para los suelo ocasionan importantes cambios en los ecosistemas sobre los cuales se realiza el cultivo y aprovechamiento de papa para el departamento de Boyacá.

Las concentraciones de nutrientes químicos son fundamentales y a su vez son una señal acertada de la salud del suelo, así como de la calidad del aire y del agua, brindando condiciones ambientales óptimas para la producción de papa; por ello es importante reconocer las condiciones mínimas de los nutrientes esenciales necesarios para el rendimiento adecuado de los cultivos.

La papa requiere para su desarrollo 16 elementos químicos denominados elementos esenciales, estos elementos son el carbono, el hidrógeno y el oxígeno (provenientes del aire y del agua), seguido por los macronutrientes nitrógeno, fósforo, potasio, los cuales son requeridos en grandes concentraciones por la planta; los nutrientes secundarios son el calcio, el magnesio y el azufre y los micronutrientes son el boro, el cobre, el zinc, el hierro, el manganeso, el cloro y el molibdeno, los cuales como su nombre lo indica están en una concentración baja para beneficio de la planta (Corpoica, 2000).

Nitrógeno: El nitrógeno (N) es requerido en altas cantidades en los suelos en los cuales se realiza la producción de papa, sin embargo, dichos suelos presentan condiciones bajas de la disponibilidad de este recurso debido a la escasa mineralización de la materia orgánica del suelo, así como a la movilización de dicho elemento por procesos de lixiviación y de volatilización que puedan darse. El nitrógeno permite la síntesis de la clorofila y por esto su disponibilidad en los suelos es tan trascendental para una adecuada producción y salud

de la planta, de esta forma, en los casos en que las concentraciones de N son bajas se requiere el uso de fuentes artificiales como la urea, el sulfato de amonio, el nitrato de amonio, el nitrato de calcio y el fosfato diamónico (Corpoica, 2000).

Fósforo: El fósforo (P) es de gran importancia para el crecimiento de la papa siendo indispensable y no susceptible de ser remplazado por otro nutriente, esto debido a su función de acelerante en el crecimiento de las raíces de la planta, así como en el incremento de la cantidad de y tamaño de tubérculos generados. Si bien los suelos en Colombia son relativamente bajos en concentraciones de fósforo, para la zona del altiplano cundiboyacense presenta concentraciones importantes generado por procesos antrópicos de producción de papa (Corpoica, 2000).

Potasio: El potasio (K) es importante debido a que genera defensas frente a los ataques de enfermedades y heladas, siendo mejorando a su vez los procesos de nutrición de la planta. Igualmente garantiza que exista un uso eficiente de la planta debido a que regula la apertura y el cierre de los estomas. Las fuentes más comunes son el sulfato de potasio (60% de K_2O) y el cloruro de potasio (50% de K_2O y 10% de S) los cuales varían en su utilización respecto a la finalidad del cultivo (industrial o consumo directo), para el uso industrial se recomienda utilizar sulfato de potasio toda vez que el cloruro de potasio puede ocasionar turgencia de los tubérculos, reducir el contenido de materia seca y afectar la calidad (Corpoica, 2000).

Elementos secundarios: El calcio (Ca), el magnesio y el azufre cumplen diferentes funciones dentro del organismo de la planta que, si bien no son fundamentales para la vida de esta, si garantizan mejores condiciones en el desarrollo de las diferentes etapas de formación de la planta de la papa. El calcio estimula el desarrollo de las raíces y de las hojas y fortalece la estructura vegetal (Corpoica, 2000); siendo un elemento abundante en los suelos aptos para la producción de papa su necesidad por introducción artificial es baja.

Por otro lado, el magnesio es importante en el proceso de la fotosíntesis debido a que el átomo del Mg es central en la molécula de la clorofila, así mismo es necesario en el metabolismo del fósforo en la planta, así como en la activación de diversos procesos enzimáticos (Corpoica, 2000). Respecto al azufre, este es un elemento abundante en los

suelos de la región de Boyacá y su presencia en la formación de las plantas juega un papel importante teniendo en cuenta que garantiza la síntesis de diferentes sustancias como la cistina y la cisteína entre otras que son necesarias para la formación de clorofila, así como para la activación de enzimas proteolíticas y síntesis de algunas vitaminas, entre otras cosas (Bacca, Narváez, & Unigarro, 2011).

Micronutrientes: Respecto a estos elementos, los suelos de la región de Boyacá presentan condiciones de acidez que promueven la concentración de hierro y manganeso, así como la presencia de cobre, zinc y boro, este último en concentraciones medias a bajas según el suelo analizado, lo cual implica variaciones en la calidad y cantidad de la producción de papa debido a que favorece el desarrollo de la planta y evita el deterioro del tallo mejorando las condiciones del follaje para la fotosíntesis (Corpoica, 2000).

La diversidad de nutrientes esenciales para la producción de papa es alta, y sus concentraciones óptimas están sujetas a cambios en cada región del departamento debido a la variación de condiciones del entorno como precipitaciones, tipos de suelo para siembra, calidad y cantidad de agua para riego y calidad del aire entre otros, lo que a su vez incide en la productividad, así como en la calidad de la siembra que puede presentar mayores niveles de vulnerabilidad ante patógenos como hongos o virus.

Las características del suelo determinan en una gran medida la productividad de la papa en todo el país, para el caso de Boyacá, el suelo se encuentra en una zona agroecológica perteneciente al piso térmico frío (2000 a 3000 m.s.n.m.) y una temperatura promedio de 15 a 20 °C, con una precipitación de 500 a 1000 mm anuales. Los suelos presentan una influencia variable de cenizas volcánicas, con baja evolución con baja fertilidad y alta fijación de fósforo y son susceptibles a procesos erosivos (Rodríguez Q. P., 1996).

Por otro lado la papa requiere cantidades importantes de insumos externos para su producción y rendimiento entre ellos los fungicidas, insecticidas y fertilizantes, siendo este un factor fluctuante entre los diferentes tipos de productores desde el pequeño minifundista que usa concentraciones de fertilizante de 24 bultos por carga de semilla hasta el pequeño y gran productor que llega a usar más de 30 bultos por hectárea (Rodríguez Q. P., 1996). Ahora bien, el uso excesivo de este tipo de productos puede alterar las condiciones del

suelo y a su vez limitar la productividad neta del mismo afectando al productor, si no se tienen en cuenta las variables asociadas a los componentes que conforman los fertilizantes utilizados.

El agua, como ya se ha mencionado es un factor importante en la producción de papa, su disponibilidad determina el éxito en las fases de siembra y cosecha. Así mismo el origen de esta (de riego o de lluvia) influye en los procesos de crecimiento, fotosíntesis, y absorción de minerales por la planta (Montaldo, 1986), ya que si se depende directamente de las precipitaciones pueden generarse pérdidas por bajo volumen de agua o por exceso de la misma lo que a su vez debe ir condicionado con el tipo de suelo su capacidad de drenaje.

Es importante tener en cuenta que “el cultivo de papa responde bien al riego y su crecimiento es mejor cuando la humedad del suelo se mantiene cerca de la capacidad del campo. La falta de agua se manifiesta por clorosis y marchitamiento de las hojas” (Montaldo, 1986, pág. 188).

Si bien un alto volumen de agua es importante para una buena producción de papa, a su vez este factor puede afectar las óptimas condiciones de producción si se suministra a destiempo o en cantidades excesivas. Siendo en el último periodo de tiempo de desarrollo de los tubérculos dañina en altas cantidades, siendo a su vez propicio para el desarrollo de diversas enfermedades fungosas (Montaldo, 1986) que pueden ocasionar pérdidas en la producción final y propagación de diversos patógenos. En este sentido, la relación entre la cantidad de agua y la porosidad del suelo juega un papel fundamental que es importante analizar en la producción de papa debido a que los niveles de porosidad y drenaje respectivamente son variables relacionadas y que modifican la periodicidad del riego y el volumen de agua utilizado.

El pH es a su vez importante en la producción ya que el promedio necesario para un rendimiento óptimo de la planta está entre 5.0 a 5.4, siendo esta el nivel necesario a su vez para prevenir la formación de enfermedades como la sarna común (*Streptomyces scabies*) o la absorción inadecuada de componentes que en altas concentraciones pueden resultar tóxicos para la plantas como el aluminio y el manganeso (Montaldo, 1986).

Entre los factores que impactan la producción de papa en el departamento de Boyacá se encuentra la calidad y el tipo de suelos utilizados para la producción agrícola, así como las características geográficas de la región que es principalmente montañoso en aproximadamente un 70% del total de su área (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2013), lo que limita y condiciona los cultivos de este tipo de productos.

5.2.3 Variables ambientales incidentes en la producción de papa

La disponibilidad de recurso hídrico en Colombia ha cambiado en los últimos 50 años, siendo más vulnerable a los impactos de los fenómenos de variabilidad climática y cambio climático a partir de la década de 1980, esto sin duda ha ocasionado cambios en la producción de alimentos donde la población campesina se ha tenido que adaptar a la escasez del recurso en determinadas épocas del año; así mismo la disponibilidad de suelos cultivables y la explotación ganadera han generado diferentes complicaciones frente al sostenimiento de los cultivos de papa en el departamento de Boyacá.

Como se evidenció en la figura 16, la producción de papa ha presentado variaciones importantes, esto debido a diversos factores que, si bien no son directamente asociados al cambio climático, si tienen afectaciones por los fenómenos de variabilidad climática. Es posible apreciar una reducción en la productividad de papa para el periodo 2010 a 2015. Así mismo, los factores ambientales asociados a la temperatura y la disponibilidad de agua (superficial y en segunda instancia subterránea) unidos a diversos procesos meteorológicos como las lluvias intensas y las temporadas de calor excesivo han impactado la productividad de la papa en los últimos 20 años ocasionando implicaciones importantes en la generación de recursos a nivel departamental, así como generando la necesidad de expandir las zonas de cultivo y utilizar mayor cantidad de productos químicos para el rendimiento en la producción de papa.

Por otro lado, el análisis del comportamiento de diferentes variables ambientales arroja como resultado posibles variaciones negativas en los niveles de precipitación del departamento, lo que a su vez podrá generar impactos importantes en las actividades de agricultura y ganadería. Según el estudio realizado por Villate (2004) a las diferentes estaciones meteorológicas del altiplano cundiboyacense, dentro del departamento de

Boyacá se estima que se presenten problemas de disponibilidad hídrica con tendencias mayoritariamente negativas con reducciones en un porcentaje superior al 20%; esta información es corroborada por el último Estudio Nacional del Agua realizado en el año 2018, donde se presentan las zonas susceptibles de desabastecimiento en el departamento de Boyacá cuyos resultados se pueden analizar en la tabla 7. De igual forma si bien el desabastecimiento de agua es un factor de importancia considerable dentro del análisis de rendimiento de cultivos de papa, también lo son las temporadas de lluvia irregulares o fuera de los ciclos meteorológicos estimados, como se pudo evidenciar en la temporada de lluvias de la ola invernal 2010-2011 donde las reducciones en la producción de papa fueron de más del 50%.

Como se puede apreciar en la figura 17, los niveles de precipitación han presentado variaciones irregulares a lo largo de los 20 años de cobertura de la información con una tendencia a la disminución en los niveles de precipitación, esto teniendo en cuenta la información arrojada por las diferentes estaciones meteorológicas distribuidas a lo largo de toda la zona de estudio.

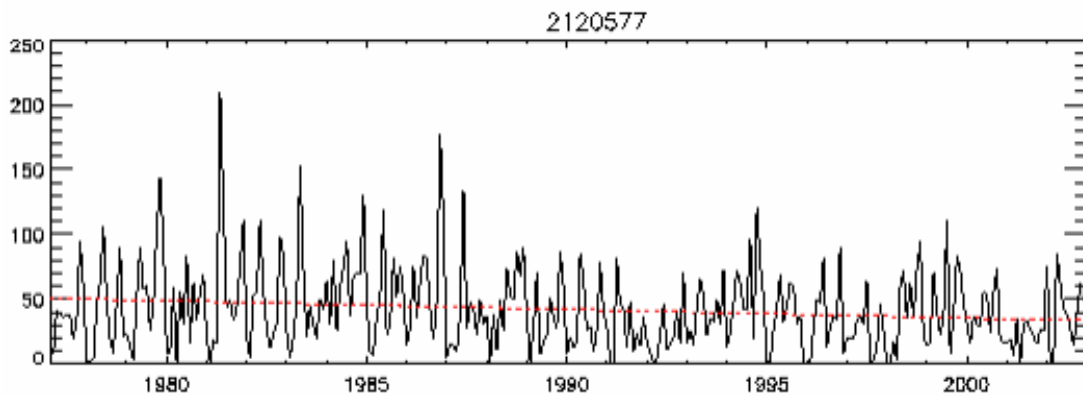


Figura 17 Líneas de tendencia de precipitación del altiplano Cundiboyacenses periodo 1980-2000

Fuente: (Villate, 2004)

Por otro lado, el estudio realizado por Sepúlveda, Suárez, Patarroyo, Canaria y Bautista (2015), asociado al comportamiento e impacto climatológico sobre el cultivo de papa en un periodo de 10 años (2003-2013), arrojó como resultado un comportamiento dinámico

con tendencias orientadas a una variabilidad alta en materia de temperatura, pero con cercanías al promedio de temperatura de la región. Sin embargo, para el componente de precipitación se evidenciaron periodos “uniformes”, seguidos por periodos de cambio drástico especialmente para los años 2010-2013, coincidiendo la caída en la productividad de la papa en el mismo periodo de tiempo, en a figura 18 se presentan los datos asociados a la precipitación y balance hídrico del periodo 2003-2013 donde se confirman los picos de variación en la cantidad de agua recibida por efecto de las lluvias en el periodo anteriormente mencionado y donde se evidencia a su vez una variación importante en el periodo 2010-2011.

Fecha	Prec. mm	ET_c	Balance hídrico $Prec-ET_c$ mm	Fecha	Balance hídrico ordenado mm
29/07/2013	267,20	372,78	-105,58	04/07/2012	-174,92
28/03/2013	253,10	270,65	-17,55	19/07/2009	-156,80
29/01/2013	250,40	329,28	-78,98	29/07/2013	-105,58
04/07/2012	187,50	362,42	-174,92	28/01/2005	-103,87
15/04/2012	314,30	317,87	-3,57	29/01/2013	-78,98
20/01/2012	420,90	334,18	86,72	14/07/2004	-60,51
19/08/2011	488,10	330,38	157,72	12/02/2007	-54,47
18/08/2011	489,90	330,29	159,61	14/07/2005	-53,19
01/01/2011	643,40	287,05	356,35	29/01/2008	-50,58
17/07/2010	328,30	327,92	0,38	28/03/2013	-17,55
05/06/2010	348,60	348,31	0,29	27/07/2006	-8,31
13/01/2010	307,00	311,26	-4,26	03/07/2003	-6,51
19/07/2009	193,00	349,80	-156,80	13/01/2010	-4,26
23/02/2009	300,00	299,95	0,05	15/04/2012	-3,57
15/02/2009	305,40	303,87	1,53	12/03/2008	-1,91
11/08/2008	364,40	362,12	2,28	03/04/2006	-0,24
12/03/2008	287,40	289,31	-1,91	23/02/2009	0,05
29/01/2008	252,50	303,08	-50,58	05/06/2010	0,29
12/07/2007	348,60	348,23	0,37	15/01/2006	0,31
12/02/2007	245,00	299,47	-54,47	07/07/2007	0,37
27/07/2006	343,20	351,51	-8,31	17/07/2010	0,38
03/04/2006	328,70	328,94	-0,24	10/01/2004	0,78
15/01/2006	318,90	358,59	0,31	23/02/2003	1,34
14/07/2005	309,60	362,79	-53,19	15/02/2009	1,53
28/01/2005	220,40	324,27	-103,87	09/02/2003	1,85
14/07/2004	393,50	354,01	-60,51	11/08/2008	2,28
10/01/2004	304,30	303,52	0,78	20/01/2012	86,72
03/07/2003	336,60	330,96	-6,51	19/08/2011	157,72
23/02/2003	362,70	315,77	1,34	18/08/2011	159,61
09/02/2003	361,50	326,08	1,85	01/01/2011	356,35

Figura 18 Datos numéricos de la precipitación, evapotranspiración de cultivos bajo condiciones estándar y balance hídrico 2003-2013 de la zona centro del departamento de Boyacá.

Fuente: (Sepúlveda, Suárez, Patarroyo, Canaria, & Bautista, 2015)

5.3 El cambio climático en Colombia

Como ya se ha mencionado el cambio climático es un fenómeno que se desarrolla a través de periodos de tiempo extensos donde la variabilidad climática permite leer los cambios del clima a largo plazo, este fenómeno no es diferente en Colombia donde a lo largo de las últimas décadas se han hecho evidentes las alteraciones a los ecosistemas, la afectación a la vida vegetal y animal y los daños a extensiones de territorios estratégicos para la mitigación de los impactos del cambio climático a gran escala.

El cambio climático ha tenido repercusiones importantes en diferentes ecosistemas colombianos afectando en gran medida la disponibilidad de recursos, la estabilidad ecosistémica y la resiliencia de las distintas regiones que componen las diferentes estructuras ecológicas a nivel nacional. Sin embargo, en términos de producción de GEI, el aporte realizado es muy bajo (0.46%), comparado con países desarrollados como Estados Unidos o China. Frente a este aspecto, el 100% de los municipios de Colombia tienen algún grado de riesgo de verse afectados y las proyecciones para 2040 indican que el 25% estará en riesgo muy alto de sufrir fuertes impactos (Revista Semana, 2017), esto a su vez puede afectar escenarios tan variados como la productividad, la estabilidad social regional, la resiliencia de comunidades frente a factores climáticos extremos, la seguridad alimentaria y la resistencia a enfermedades entre muchos otros, lo que a su vez puede ocasionar delicados problemas organizacionales, de desplazamiento de grandes grupos poblacionales y de crisis económica de mediana y gran escala.

Dentro de los principales efectos que ya se están evidenciando en Colombia como resultado de las manifestaciones del cambio climático, se encuentran el derretimiento de los glaciares en las zonas nevadas, el blanqueamiento de los corales, la pérdida de playas y la erosión costera, los eventos extremos asociados a los fenómenos meteorológicos del niño y la niña, y la pérdida acelerada de múltiples especies animales (Revista Semana, 2017). A sí mismo, es importante adicionar los posibles incrementos de intensidad y frecuencia de fenómenos hidrometeorológicos a escala global que pueden incrementar los impactos en Colombia. Para el periodo 2006 – 2009 el número de eventos hidrometeorológicos pasó de 4.286 a 8.504 con una proyección de aumento de 2.6 veces el número de eventos ocurridos impactando a una gran cantidad de familias con incrementos

de 1.5 veces pasando de 4.4 millones a 6.4 millones (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

Así mismo, las implicaciones más importantes para Colombia frente al cambio climático van asociadas a la sobre explotación de los recursos naturales sin las debidas medidas de manejo ambiental que permitan la recuperación de ecosistemas en periodos de tiempo razonables y que garanticen la disponibilidad de recursos a largo plazo. La deforestación acelerada para expansión de actividades de ganadería, la explotación minera y petrolera, la ocupación de cauces y gestión precaria del recurso hídrico, la mala gestión de residuos y la desinformación a escala regional y comunitaria son factores que inciden directamente en que los impactos del cambio climático tengan mayor nivel de afectación en las diferentes regiones del país.

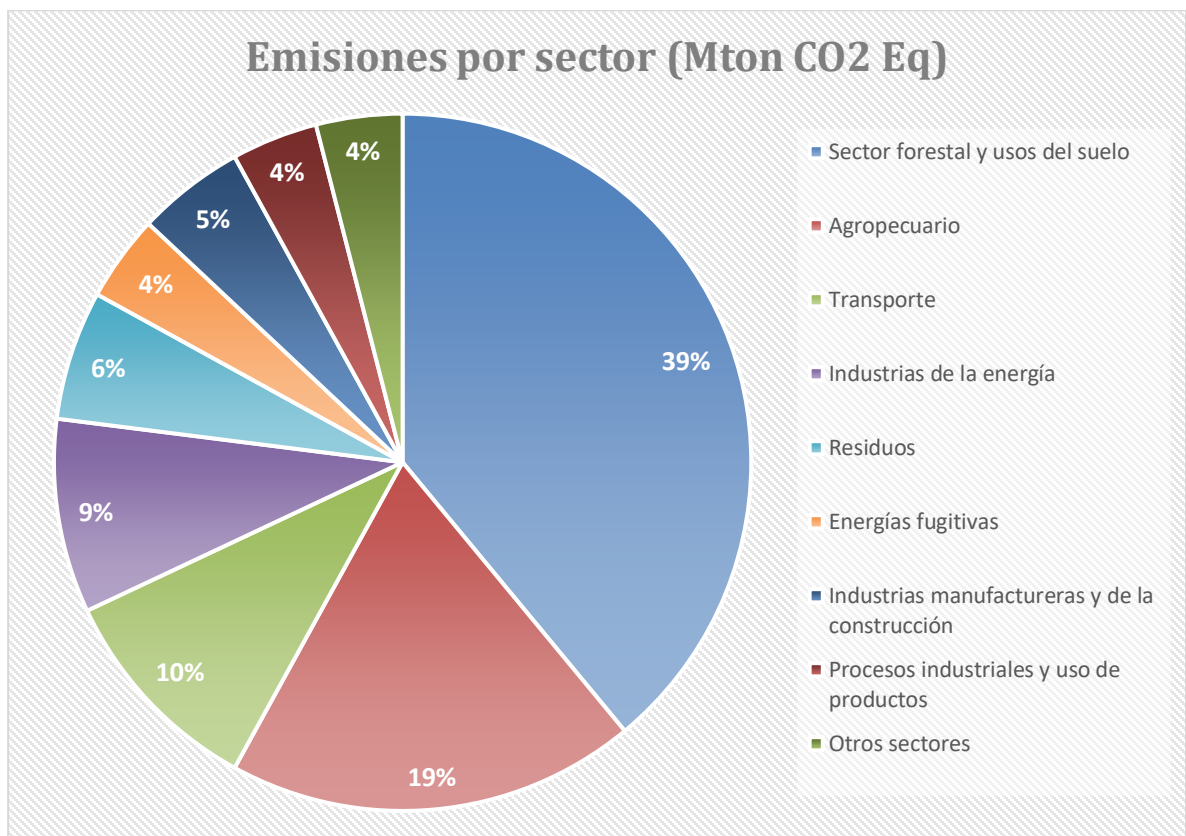


Figura 19 Aporte de emisiones de CO2 Eq por sectores en Colombia
Fuente: Adaptado de (García, Vallejo, Higgins, & Escobar, 2016)

Como se puede apreciar en la figura 19 las principales emisiones de CO₂ realizadas por Colombia se asocian a los sectores del manejo de uso del suelo, específicamente el sector forestal y de agricultura seguido por el sector transporte y en menor escala sectores como el industrial y el de generación de energía por mencionar algunos; es importante resaltar este aspecto ya que implica diferentes intervenciones en sectores económicos donde es prioritario enfocar esfuerzos en la utilización adecuada del suelo respetando las áreas protegidas, los ecosistemas de páramo, los cuerpos de agua y fortaleciendo tanto a las comunidades como al sector industrial en el desarrollo de estrategias de mitigación y adaptación frente al cambio climático.

Según (Costa, 2007, pág. 76), se estima que para el año 2050 haya desaparecido el área glaciaria del país y se haya presentado una degradación del 60% del área de páramos, así mismo se estiman variaciones en los niveles del mar por cambios abruptos en las precipitaciones tanto del pacífico colombiano como de la cuenca del caribe. Estos fenómenos no son aislados para Colombia y se manifiestan en diversas escalas sobre todo el planeta; así mismo, con los cambios abruptos del clima, también se afectan - como ya se ha mencionado - las barreras coralinas de las cuales Colombia alberga la tercera parte a nivel mundial y que puede afectar el turismo, el ingreso de recursos a las comunidades locales, la seguridad alimentaria de pueblos costeros y la resiliencia de estos frente a fenómenos meteorológicos de mayor intensidad.

En Colombia, la visión respecto al Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 tuvo un enfoque en la ampliación de un crecimiento económico sostenido teniendo en cuenta la variabilidad climática y el nivel de resiliencia en todo el territorio frente al cambio climático (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017), sin embargo, dicha visión presenta grandes retos teniendo en cuenta la sobre explotación de los recursos naturales, la alta dependencia de diversos sectores económicos sobre dichos recursos para su sostenimiento y la baja capacidad de restauración y medidas de mitigación y compensación que garanticen disponibilidad futura a largo plazo.

Como documentos referentes para la construcción de medidas de adaptación y mitigación, el gobierno nacional ha formulado diferentes estrategias como los mecanismos de

desarrollo limpio – MDL, las acciones nacionales apropiadas de mitigación – NAMAS, la firma en el año 2018 de la Ley 1932 del 27 de julio “por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático”, el documento CONPES 3819, la formación de diferentes instancias de trabajo sobre el cambio climático como el Sistema Internacional del cambio climático – SISCLIMA y la articulación de dichas estrategias con los ODS, principalmente los objetivos 2 hambre cero, 6 agua limpia y saneamiento, 7 energía asequible y no contaminante, 11 ciudades y comunidades sostenibles, 13 acción por el clima y 15 vida de ecosistemas terrestres, entre otros.



Figura 20 Objetivos de Desarrollo Sostenible
Fuente: (Departamento Nacional de Planeación, 2018)

El acuerdo de París es el acuerdo mundial sobre el cambio climático alcanzado el 12 de diciembre de 2015 en París a través del cual se presentó un plan de acción para limitar el calentamiento global muy por debajo de los 2°C sobre niveles preindustriales, limitar el aumento a 1,5 °C lo que reducirá los riesgos y el impacto del cambio climático, promover los niveles máximos de emisiones globales para poder iniciar el proceso de reducción, así

como la consolidación de estrategias basadas en los planes generales nacionales de acción contra el cambio climático presentados por los países asistentes a la convención; así mismo, cada gobierno se comprometió a reunirse cada cinco años para fijar objetivos más ambiciosos basados en criterios científicos, informar a los gobiernos y ciudades sobre sus avances y evaluar dichos avances hacia el objetivo a largo plazo a través de mecanismos de transparencia y rendición de cuentas (Comisión Europea , 2015).

Por otro lado, Colombia en coherencia con los diferentes compromisos adquirido desde la firma del acuerdo de Paris en el año 2015, ha adelantado la construcción de políticas y acciones a nivel nacional y regional enfocadas en reducir de forma directa las emisiones de CO₂ generadas por los diferentes sectores económicos, buscando a su vez articular acciones concretas desde diferentes escenarios para enfrentar el cambio climático actual. En la figura 17 se presentan las acciones generales adoptadas por Colombia para contribuir con las metas del acuerdo de Paris:



Figura 21 Contribuciones de Colombia frente al acuerdo de Paris 2015

Fuente: (García, Vallejo, Higgins, & Escobar, 2016)

Para el logro de las contribuciones de Colombia frente al acuerdo de Paris, se adelantaron medidas estratégicas enfocadas en la construcción de diferentes frentes de trabajo articulados entre sí en la “gestión integral del cambio climático” diseñada por el Ministerio de Ambiente y que busca la formulación y el desarrollo de la PNCC a través de la articulación del Plan Nacional de Adaptación al cambio climático – PNACC, la estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono, la estrategia de Protección Financiera ante Desastres y la estrategia de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de Bosques REDD+, escalando cada medida a los diferentes departamentos y regiones del país contemplando las variables agroclimáticas regionales, así como los índices de desarrollo respectivos que son fundamentales para la creación de estrategias efectivas pensadas desde el enfoque local para lograr impactos trascendentes a nivel nacional.

De igual forma, el cambio climático a nivel nacional ha abordado diferentes medidas de mitigación teniendo en cuenta las emisiones de carbono por tipo de sector contemplando 6 grandes grupos: agricultura, silvicultura y otros usos del suelo, industria, residuos, energía, transporte y vivienda, donde la principal apuesta se basa en transición necesaria de buenas prácticas con el fin de proveer bienes y servicios en dichos sectores sin comprometer la estabilidad económica ni la disponibilidad de recursos en todo el territorio nacional.

5.3.1 Impactos representativos del del cambio climático en Colombia

Colombia si bien aporta emisiones mínimas de gases de efecto invernadero a la atmósfera, en los últimos años ha presentado incrementos y variaciones respecto a sus emisiones de carbono equivalente. Según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible (2017) “casi el 50% de las emisiones de gases de efecto invernadero de Colombia se generan en el sector rural, principalmente por la actividad de ganadería bovina y la deforestación”, esto a su vez afecta el impacto sobre el sector agrícola al generar condiciones no aptas para la producción o sostenimiento de cultivos. Así mismo, en la actualidad el territorio nacional se encuentra en un punto crítico frente a la disponibilidad de recursos ambientales para el desarrollo económico, la seguridad alimentaria y la resiliencia frente a fenómenos climáticos como heladas, temporadas de calor extremo y lluvias intensas y fuera de los ciclos predictivos establecidos.

Para el periodo 1980 – 2010, se presentó un aumento del 20% en la tasa de muertos, heridos, y afectados por desastres de origen climático siendo a su vez asociadas a caídas del PIB de largo plazo del 1,5%; para los escenarios comprendidos entre 2010 y 2100 se estiman afectaciones por sectores del 5,3% en pérdidas de la carga pesquera y desembarcada, pérdidas del 1,6% en la productividad de carne y leche, reducción del 5,9% en cierres viales y reducción del 7,4% en rendimientos agrícolas (Calderón, y otros, 2014). Esto a su vez ocasionará cambios importantes en las dinámicas de la población rural y grandes impactos para el ordenamiento territorial, al contemplar escenarios económicos donde las variables ambientales juegan un papel determinante frente al direccionamiento de las políticas económicas regionales, teniendo en cuenta la alta vulnerabilidad de Colombia frente al cambio climático y las variaciones a corto y mediano plazo del clima.

Frente a la vulnerabilidad a riesgos hidrometeorológicos el 12% del territorio nacional se encuentra localizado en áreas con mayor susceptibilidad a inundarse, los deslizamientos en masa se presentan en 353 municipios en donde se localiza el 8% de la población nacional, resaltando los departamentos de Antioquia, Cundinamarca, Cauca, Santander, Boyacá, Caldas y Tolima, afectando los sectores de vivienda, transporte, agropecuario, la red vial a nivel nacional y ocasionando pérdidas de cultivos, pastos y bosques asociados a inundaciones (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

La planificación territorial orientada hacia la gestión del riesgo se convierte en un factor determinante teniendo en cuenta los riesgos climáticos de mayor relevancia en los últimos 20 años: inundaciones, deslizamientos, periodos de lluvia y sequías intensas como la temporada invernal 2010-2011 que dejó pérdidas de más de 11 billones de pesos equivalentes al 2,2% del PIB (Rodríguez, Mance, Barrera, & García, 2015), y sobre los cuales es imperativo destacar acciones de ordenamiento del territorio donde la variabilidad climática juega un papel fundamental ya que sus impactos sobre la economía son significativos y requieren esfuerzos desde diferentes frentes de acción (industrial, ambiente, agropecuario, planeación, vivienda, desarrollo entre muchos otros).

Es importante aclarar si bien que los impactos del cambio climático en Colombia son un hecho real, tienen implicaciones diferentes a nivel departamental que van sujetos a

variables como la altitud, precipitaciones promedio, cantidad de recursos naturales capaces de soportar variaciones climáticas fuertes, y los escenarios sobre los cuales se hacen las predicciones climáticas nacionales.

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM diseñó un estudio de escenarios del cambio climático para Colombia abarcando un periodo de 89 años (2011-2100) a través del cual realizó diferentes análisis de las variables de precipitación y temperatura en tres periodos de tiempo específicos: 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100, presentando resultados consolidados de las variables mencionadas bajo los escenarios RCP¹¹ con forzamiento radiativo¹² 2.6, 4.5, 6.0 y 8.5. Como resultado consolidado del estudio se presenta en la figura 18 los resultados del cambio de temperatura media y precipitaciones para los tres escenarios analizados exponiendo las variaciones en las variables analizadas para los tres periodos de tiempo, donde en términos generales el incremento de temperatura presentará un déficit severo debido al aumento para el periodo de tiempo 2071 – 2100, siendo a corto plazo (2011 -2040) el periodo con cambios menos significativos permitiendo a su vez el desarrollo de estrategia de adaptación que permitan afrontar las variaciones futuras de forma más aceptable.

Así mismo, las precipitaciones tienden a cambiar, aunque de forma menos alarmante que la temperatura media, donde las variaciones en baja precipitación se ven reflejadas en el departamento de Amazonas, Bolívar, Caquetá, César, San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Sucre y Vaupés las cuales oscilan entre -14.84% y -20.49% para el escenario más cercano (2011-2040) y -14.04% y -23.31% para el escenario más lejano (2071-20100); las variaciones en incrementos de las precipitaciones Calda, Cauca, Nariño, Quindío, Risaralda y Tolima, con aumentos entre 20.16% y 10.54% para el escenario más

¹¹ Los Caminos Representativos de Concentración (RCPs por sus siglas en inglés) son variables de representación del forzamiento radiativo que oscila entre 2.6 y 8.5 vatios por metro cuadrado (W/m^2) (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA., 2015).

¹² El forzamiento radiativo es un proceso que altera el equilibrio de energía del sistema tierra-atmósfera, a raíz de la concentración de dióxido de carbono o en la energía emitida por el sol, se expresa en unidades de medida de vatios por metro cuadrado (W/m^2), si el FR es positivo tiende a calentar el sistema y si es negativo lo enfría (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA., 2015).

cercano (2011-2040), 28,12 y 28.36 para el escenario más lejano (2071-2100) siendo el departamento de Quindío el que tendrá mayores variaciones entre escenarios.

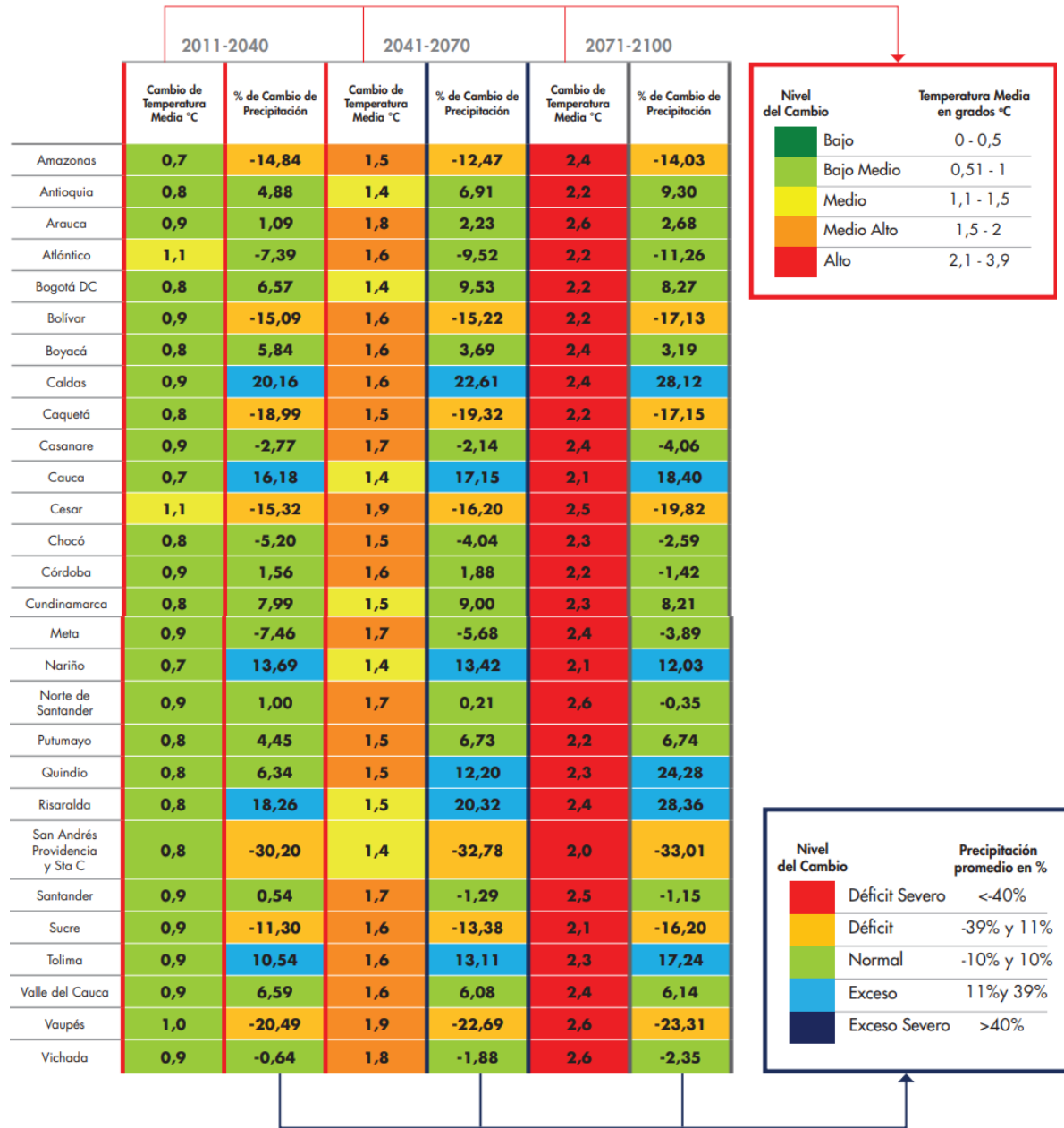


Figura 22 Resumen escenarios de cambio climático departamental 2011-2100
Fuente: (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA., 2015)

Los escenarios anteriormente expuestos desencadenarán una serie de impactos en la estabilidad ecosistémica, que pueden ocasionar cambios irreversibles en el uso del suelo, la disponibilidad de agua, la seguridad alimentaria, la producción en la economía nacional,

así como vulnerabilidades en el ordenamiento territorial, baja resiliencia frente a fenómenos meteorológicos y cambios en las dinámicas poblacionales.

El resultado presentado a su vez se desagrega por departamentos donde se analiza la temperatura de referencia con el escenario ensamble promedio para el periodo 2071 – 2100 resaltando lo grandes impactos que se pueden materializar a nivel departamental y las principales zonas de afectación.

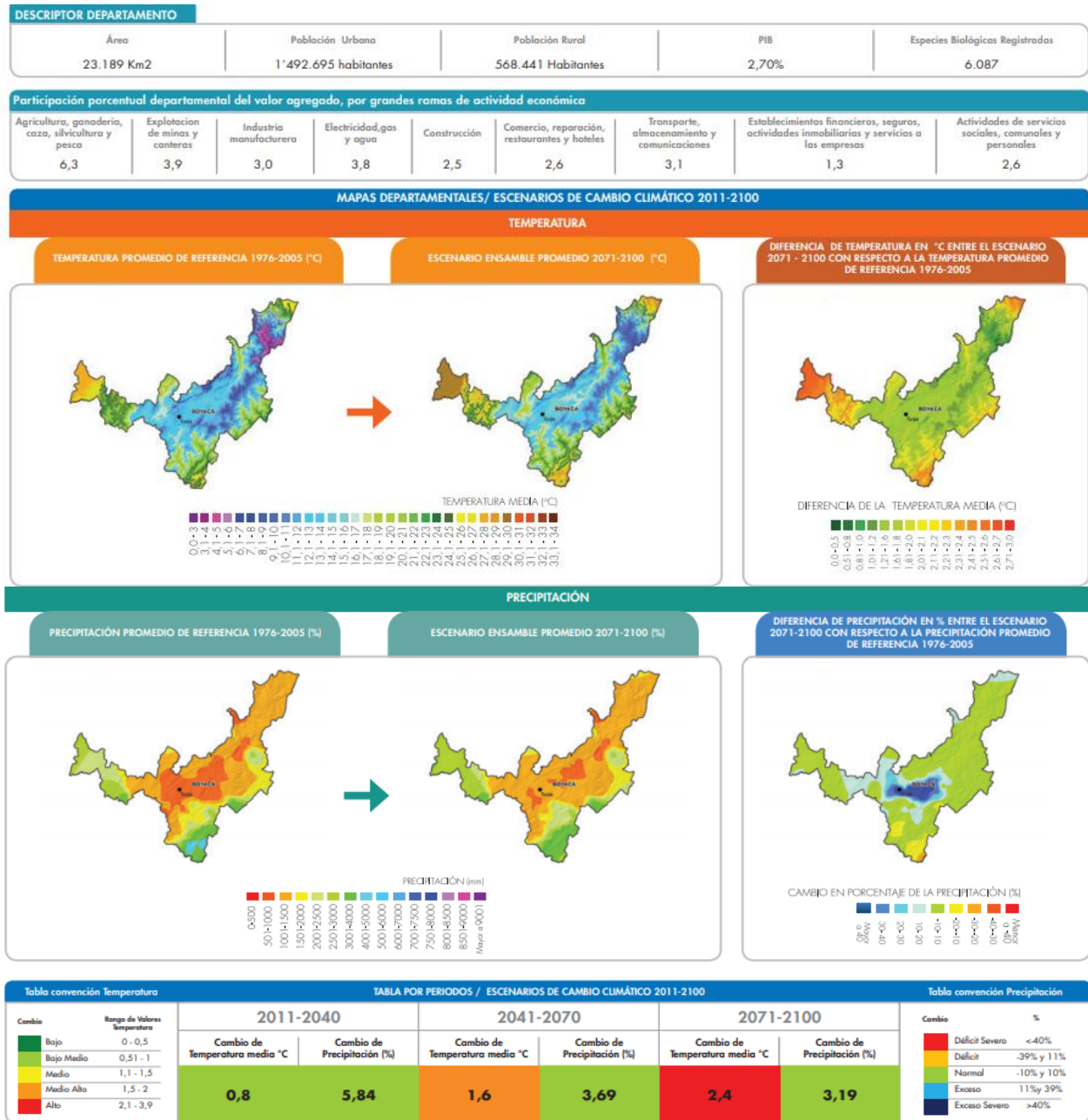


Figura 23 Ficha de análisis departamental de los escenarios del cambio climático – Boyacá

Fuente: Adaptado de (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA., 2015)

Teniendo en cuenta la información de la figura 23, para el departamento de Boyacá podría presentar incrementos de 2.4°C para finales de siglo afectado principalmente a las provincias de Occidente, Distrito Fronterizo, Zona de manejo especial y Neira. Así mismo, frente a las variaciones de las precipitaciones solamente se contemplan incrementos de esta

variable hidroclimática en las provincias de Centro, Oriente, y Márquez aumentando entre el 20% y el 40%, en términos de disminución el departamento se mantiene relativamente estable a excepción de la provincia de Neira con reducciones entre el 10% y el 20%, siendo uno de los principales riesgos el de deslizamiento de tierra por variaciones en la precipitación (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA., 2015).

El cambio de temperatura tendrá grandes alteraciones con incrementos representativos a partir del escenario 2041- 2070, principalmente en la temperatura media la cual tiene una proyección de incremento del 100% y del 200% para el periodo 2071-2100; esto puede impactar de forma directa en el sector agropecuario; así mismo, el estrés térmico sobre los páramos y las coberturas nivales impactará estos ecosistemas que se verán afectados por los desplazamientos altitudinales (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA., 2015), causando importantes complicaciones en el suministro de agua, y la estabilidad de los suelos estando en déficit por aumentos en la temperatura media.

Por otro lado, si bien los resultados presentados corresponden con estimaciones realizadas por el IDEAM para establecer escenarios del cambio climático en Colombia, estos escenarios no distan mucho del panorama ambiental actual que ya refleja cambios importantes y que a su vez implican necesariamente cambios en las políticas de los gobiernos locales, gestión del riesgo, producción de bienes y servicios con enfoque de sostenibilidad y educación a todas las comunidades frente al cambio climático y su manifestación actual.

5.3.2 Impactos del cambio climático en el sub sector agrícola

Como ya se ha mencionado anteriormente las implicaciones ambientales que afectarán a gran escala el sector agrícola en Colombia donde se proyectan cambios de temperatura, estrés hídrico, precipitaciones irregulares, plagas, enfermedades, problemas de seguridad alimentaria y baja resiliencia si no se toman medidas tempranas de adaptación y mitigación. Para el año 2050 hay estimaciones de un incremento de 2.5°C de la temperatura promedio anual, con impactos sobre cultivos que se encuentren en zonas vulnerables dicho aumento.

Es importante resaltar que si bien los impactos del cambio climático afectan en diferentes escalas al productor agrícola, los desastres de pequeña escala o desastres intensivos de alta frecuencia son los que en perspectiva ocasionan mayores pérdidas y son causantes de la reducción de sumideros de carbono así como de incrementos en emisiones de las plantas en descomposición (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2018). La agricultura depende del régimen de lluvias y comportamientos de temperaturas estables, en caso de presentarse sequías, inundaciones o deslizamientos los terrenos cultivables son los más afectados impactando principalmente a los pequeños productores quienes a su vez deben afrontar el problema de la proliferación de plagas y enfermedades y cambios en los ciclos vegetativos (FONADE; DANE, 2013).

Los análisis predictivos arrojan resultados variados según los escenarios sobre los cuales se realicen los estudios de impacto del cambio climático, así como los sectores sobre los cuales se desee hacer la medición, es así como se encuentran estudios a partir de escenarios de estudio A1 (escenario de rápido crecimiento global), A2 (escenario de crecimiento regional), B1 (escenario de crecimiento económico global) y B2 (escenario de crecimiento poblacional) sobre los cuales se analizan los impactos del cambio climático a partir de múltiples variables que determinan comportamientos diferentes sobre los diferentes sectores de la economía.

Para el sector agrícola la modificación de los cultivos asociados a incrementos atmosféricos en la concentración de CO₂, representa menor resistencia a las plagas, restricciones en el uso de agua para actividades de irrigación y modificaciones sobre los procesos fisiológicos de las plantas, de igual forma, el incremento en la temperatura puede impactar la fotosíntesis causando su retraso o detenimiento, esto evita la fertilización de los óvulos de las plantas y su deshidratación (FONADE; DANE, 2013). Estos impactos en materia de rendimiento y economía afectan de forma significativa al pequeño productor, quien en su gran mayoría depende directamente de las cosechas de los cultivos para el ingreso de recursos económicos al núcleo familiar, así como para la dieta regular propia.

Es importante resaltar que, a nivel de producción agrícola, la capacidad de abastecimiento de la demanda nacional es óptima, así como para productos de exportación, sin embargo,

la productividad debe planearse con medidas (principalmente adaptativas y en segunda instancia de mitigación) que garanticen la estabilidad en la producción de cultivos teniendo en cuenta los escenarios futuros (Ocampo, 2011), esto teniendo en cuenta diferentes situaciones ambientales como la disponibilidad del agua para actividades de riego, el uso y calidad de los suelos y las variaciones de temperatura a escala interanual, las cuales afectan los rendimientos de cultivos en materia de calidad y productividad; así mismo, las intervenciones no planeadas sobre territorios agrícolas, el desconocimiento por parte de los pequeños agricultores, el uso inadecuado de agroquímicos, la mala gestión de residuos y el uso desproporcionado de recursos naturales son factores que afectan a su vez la disponibilidad futura de bienes y servicios ambientales para la producción agrícola nacional.

Para el año 2013 Colombia presentaba un total de 6.705.677 ha. cosechadas de cultivos con una producción total de 33.998.002 toneladas netas de productos agrícolas en todo el territorio nacional, sin embargo el uso indebido de la tierra campesina por la acelerada deforestación para cultivos ilícitos, el desplazamiento forzado y no forzado, la poca disponibilidad de recursos para el ordenamiento territorial y la inequitativa distribución de la tierra (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, Cancillería., 2017), impiden que el uso del suelo para producción agrícola sea mayor y la capacidad real de aprovechamiento para fines productivos agrícolas queda relegada en comparación con la explotación ganadera o de cultivos ilícitos, esto a su vez afecta las condiciones de estabilidad ambiental de las diferentes zonas rurales del país reduciendo los sumideros de carbono y acelerando la degradación de los suelos, incluso con la llegada del acuerdo de paz en el año 2016.

En escenarios a mediano plazo, Colombia presenta importantes cambios en la producción agrícola por causa de las variaciones en la temperatura tendientes al aumento en diferentes regiones del país, impactando negativamente la producción de cultivos como la palma, el maíz y la soya. Para el caso de la papa si bien el impacto tiende a ser positivo por aumento en la aptitud climática asociada a cambios en los ecosistemas de páramo que hacen más viable la producción de este tipo de cultivos, esto a su vez puede generar más problemas en la delimitación de dichos ecosistemas que se pueden ver aún más afectados por las olas de calor cada vez más intensas (Espinosa, 2019).

Finalmente, el BID presentó resultados asociados a al rendimiento de cultivos de para una proyección entre 2010 y 2100 (analizando específicamente la papa, el maíz tecnificado y el arroz irrigado), donde la papa presenta una reducción en su rendimiento del 14,8% y el maíz del 21,6% principalmente por las restricciones en las zonas de siembra y el calentamiento global que dificulta cosechar bajo las condiciones de calentamiento estimadas, con un promedio nacional del -7,4% en rendimiento de cultivos (Martínez, y otros, 2016), esto a su vez implica que el presupuesto de las carteras de ambiente, agricultura y gestión del riesgo deban destinar recursos valiosos para atender emergencias asociadas con los rendimientos de cultivos con el fin de continuar con la producción agrícola sin limitar aún más el acceso a alimentos básicos de la canasta familiar a toda la población, donde los principales afectados serán en primera instancia los pequeños productores y en segunda instancia las poblaciones de clase baja, media y media-alta que resienten dichos impactos con el incremento a los precios de los productos de la canasta familias así como con la ausencia de algunos de ellos de la dieta regular.

5.3.3 Acciones adelantadas en Colombia frente al cambio climático

Colombia ha generado diferentes avances enfocados a la construcción del Plan Nacional de Adaptación y Mitigación frente al cambio climático. Desde la adopción del protocolo de Kyoto (1997) se han analizado diferentes frentes de acción para reducir las emisiones de gases contaminantes causantes de acelerar el efecto invernadero y por ende el cambio climático, gran parte de los avances alcanzados por Colombia en la primera década del 2000 para enfrentar este fenómeno se relacionan con la construcción de documentos macro orientados a aunar esfuerzos en materia de institucionalidad frente al cambio climático.

La formulación de la política de producción más limpia que involucra sectores productivos en la búsqueda de eficiencia energética, prevención y mitigación de contaminantes y adopción de tecnologías ambientalmente más eficientes (1997), presentación de la Primera Comunicación Nacional ante la CMNUC de que tratan los artículos 4 y 12 de la Convención, insumo básico para definir políticas y proyectos para la adaptación a los efectos de cambio climático (2001), expedición de las leyes 607 y 693 de 2001 relacionadas con el fomento al uso racional y

eficiente de la energía y la promoción de energías alternativas como alcoholes carburantes, generación de lineamientos para formular la política de cambio climático (marzo de 2002) y Regulación normativa en materia de Biocombustibles (Rodríguez L. , 2007, págs. 125,216).

De esta forma, en Colombia se han adelantado diferentes acciones a lo largo de los años que han contribuido en la construcción de la PNCC como base fundamental para la reglamentación de la productividad nacional desde la visión de adaptación y en diferentes instancias de mitigación frente a dicho tema. En la figura 24 se pueden apreciar los distintos documentos y logros alcanzados para la construcción de la PNCC a lo largo de más de 20 años.



Figura 24 Antecedentes para la construcción de la Política Nacional de Cambio Climático
Fuente: Adaptado de (García, Vallejo, Higgins, & Escobar, 2016)

Uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta son las comunicaciones nacionales realizadas en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático ya que son hojas de ruta para medir los avances en términos de políticas en la materia, así mismo, arrojan información estratégica para la definición de políticas

territoriales de cambio climático. La tercera comunicación nacional presenta una hoja de ruta que aborda el análisis del cambio climático desde un enfoque general analizando el contexto en Colombia sobre el cual se ha agudizado el problema y aborda diferentes mecanismos para poder establecer acciones de control.

Los últimos Planes Nacionales de Desarrollo han incorporado de forma progresiva diferentes componentes de cambio climático en su desarrollo de políticas, sin embargo, en los planes de desarrollo 2006-2010, 2010-2014 y 2014-2018 han incorporado la necesidad de conformar el Sistema Nacional de cambio climático – SISCLIMA y de consolidar la PNCC, siendo en el último PND donde se concretó la resolución para preparar el proyecto de ley de cambio climático (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, Cancillería., 2017).

La ley 1931 de 2018 “por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático” define la gestión del cambio climático como “el proceso coordinado de diseño, implementación y evaluación de acciones de mitigación de GEI y adaptación al cambio climático orientado a reducir la vulnerabilidad de la población, infraestructura y ecosistemas a los efectos del cambio climático...”, en este sentido todas las estrategias nacionales requieren articulación intersectorial pública y privada con el fin de garantizar la efectividad del cumplimiento de dicha ley, propendiendo por la reducción de riesgos de desastres de origen natural-antrópico. Así mismo, la mencionada Ley crea el Concejo Nacional de Cambio Climático, como la instancia de asesoría en la toma de decisiones para la Comisión Intersectorial del Cambio Climático – CICC que cumple la función de instancia rectora de la política de cambio climático del país.

Por otro lado, la PNCC busca incorporar la gestión del cambio climático en las decisiones públicas y privadas y permite aprovechar las oportunidades que ésta genera en concordancia con los objetivos mundiales y los compromisos nacionales (Congreso de Colombia, 2018), de esta forma dicha política maneja un enfoque de análisis amplio distribuido en 4 objetivos específicos y 11 componentes estratégicos que garantizan una mayor comprensión del cambio climático en Colombia y como se debe abordar desde las diferentes líneas de acción para cada uno de los entes del orden nacional y territorial y, que si bien, son abordadas desde los distintos frentes económicos y de desarrollo, para el

presente estudio son de principal interés las asociadas con el sector agropecuario ya que no se manejan independientemente del sub sector agrícola.

Tabla 22 Objetivos de la Política Nacional de Cambio Climático

Objetivo	Descripción
1	Orientar la gestión del cambio climático en ámbitos del desarrollo prioritarios en donde confluyen decisiones territoriales y sectoriales que afectan los sistemas más vulnerables y fuentes significativas de emisiones, que integren la adaptación y mitigación de GEI hacia una senda de desarrollo baja en carbono y resiliente al clima: desarrollo urbano, desarrollo rural, desarrollo minero-energético y desarrollo de infraestructura estratégica.
2	Orientar la gestión del cambio climático al manejo y conservación de los ecosistemas y sus servicios ambientales, con el fin de que se obtengan objetivos sinérgicos con la disminución de la vulnerabilidad de la población y de sus actividades económicas.
3	Crear condiciones habilitantes de ciencia, tecnología, información e innovación necesarias para avanzar por una senda de desarrollo resiliente al clima y baja en carbono.
4	Generar los cambios institucionales necesarios para aumentar la efectividad de la gestión del cambio climático.

Fuente: Adaptado de (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017)

Como se puede apreciar en la tabla 22 la política aborda 4 objetivos específicos que buscan fortalecer a los diferentes sectores económicos hacia una gestión del cambio climático donde no solo se contemplen medidas de adaptación, sino también de mitigación y donde uno de los componentes específicos es el desarrollo rural siendo necesaria la articulación intersectorial, el fomento a la ciencia y la tecnología y el desarrollo de estrategias orientadas a la conservación ecosistémica, esto articulado con metas nacionales de desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima. Dichas estrategias se articulan en 5 líneas estratégicas y 4 líneas instrumentales relacionadas entre sí a través de distintos frentes de acción con enfoque territorial.



Figura 25 Articulación de líneas estratégicas e instrumentales de la PNCC
Fuente: Adaptado de (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017)

Por otra parte, la mencionada política aborda a su vez un plan de acción con acciones indicativas desarrollado a partir de las estrategias territoriales y sectoriales y las líneas instrumentales.

Tabla 23 Plan de acción de la Política Nacional de cambio climático – Sector agropecuario

Línea estratégica	Línea de acción	Descripción
Desarrollo rural bajo en carbono y resiliente al clima	1	Promover sistemas de producción agropecuaria y pesquera más adaptados a altas temperaturas, sequías o inundaciones, para mejorar la competitividad, los ingresos y la seguridad alimentaria de poblaciones vulnerables.
	2	Generar y divulgar información agroclimática estratégica tanto para el desarrollo de la agricultura resiliente al clima, como para el desarrollo de seguros climáticos, y de sistemas de predicción y alerta temprana para la adecuación de calendarios de siembra y la prevención de pérdida de cosechas.
	3	Promover acciones integrales en fincas, en las chagras o comunidades que ayuden al uso eficiente del suelo, y en donde se privilegie la conservación de las coberturas naturales existentes en las fincas, la restauración de sus áreas degradadas, la intensificación ganadera baja en carbono, la implementación de sistemas agroforestales, la agricultura familiar, la reducción de la deforestación y la restauración de áreas degradadas, y la asistencia técnica o transferencia tecnológica agropecuaria que aumente la competitividad y disminuya la vulnerabilidad ante el cambio climático.
	4	Dentro del escenario de postconflicto brindar alternativas productivas y de acceso a la tierra en áreas con procesos de ocupación de baldíos, minería ilegal, cultivos ilícitos o de ocupación de reservas forestales, que promuevan el mantenimiento o el aumento de las reservas de carbono forestal, el cierre de la frontera agrícola, y el uso de sistemas productivos agropecuarios y forestales resilientes al clima y consistentes con la vocación y las condiciones agroecológicas de dichas zonas.
	5	Incorporar en los sistemas de asistencia técnica agropecuaria la evaluación y promoción de tecnologías y opciones de adaptación y mitigación en los principales subsectores agrícolas, ganaderos, agroindustriales y de biocombustibles.
	6	Promover un desarrollo y ordenamiento resiliente al clima y bajo en carbono de los sectores no agropecuarios, en el contexto rural, como en los sectores de energía mediante estufas eléctricas y energías alternativas, en el sector de

Línea estratégica	Línea de acción	Descripción
		transporte con la implementación de orientaciones de mitigación y adaptación al cambio climático para la creación de nuevas vías o el mejoramiento de las existentes, y en materia de turismo para la creación de usos adecuados a las capacidades de carga de los ecosistemas y según las posibilidades definidas.
	7	Promover dentro de las fincas el manejo forestal sostenible, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, la conservación de los bosques y de las márgenes hídricas, así como la restauración de las áreas degradadas.
	8	Someter a revisión las subvenciones (incentivos) que contribuyen al deterioro o disminución en la provisión de servicios ecosistémicos que aportan a la adaptación y mitigación al cambio climático en zonas costeras, y promover diseños y técnicas de construcción de viviendas en municipios costeros que permitan amortiguar los efectos de eventos extremos y de cambio climático.
	9	Incorporar en la planificación, mejoramiento y rehabilitación de infraestructura de adecuación de tierras la evaluación de los efectos del cambio climático en la disponibilidad hídrica, así como la implementación de opciones para enfrentar riesgos climáticos (como inundaciones o sequías), incluyendo aquellas dirigidas a incentivar el uso eficiente del agua por parte de los usuarios.

Fuente: Adaptado de (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017)

Como se puede apreciar en la tabla 23, las estrategias del plan de acción de la PNCC, van orientadas en establecer cambios progresivos en los sistemas de producción agropecuaria articuladas con un enfoque adaptativo y de mitigación, el cual a su vez va alineado a la planificación y al fortalecimiento de los productores agropecuarios para que contribuyan en la adaptación y transición de sistemas de consumo meramente extractivista por unos enfocados más a la producción resiliente frente al cambio climático; es importante aclarar que estas líneas de acción tienen responsables del orden nacional, territorial y entidades de apoyo en cada nivel y que a su vez van asociadas a instrumentos operativos según la línea de acción.

Por otro lado, es importante resaltar lo definido en la Tercera Comunicación Nacional frente al cambio climático (p.31) “...la tendencia temática se ha concentrado en los planes nacionales de mitigación frente al cambio climático más que a los planes de adaptación, pues se reconoce la debilidad general de las instancias ambientales a nivel regional...”, esto es un llamado a fortalecer las medidas de adaptación e identificar que tan preparado puede estar el país para asumir a futuro un análisis de prospectiva asociado al desarrollo económico sectorial sin dejar de lado el cambio climático como un tema de interés general y de preocupación en todos los sectores de la economía.

En términos de relación de políticas internacionales Colombia ha adelantado gestiones con más de 200 Acuerdos Multilaterales Ambientales siendo 6 específicamente de mayor impacto en relación con el cambio climático: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMUNCC) – Protocolo de Kyoto – 1997, Convenio sobre la diversidad Biológica 1992 – Protocolo de Cartagena sobre la diversidad biológica 2000, Convención de las Naciones Unidas en la lucha contra la desertificación (CNULD) – 1994, Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestre (CITES) – 1973, Convención de los humedales de importancia internacional (RAMSAR) – 1971 y Convención Internacional de Maderas Tropicales (CIMT) – 2006. (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, Cancillería., 2017, pág. 25).

Esto refleja el compromiso progresivo que ha asumido Colombia con el fin de atender el desarrollo con enfoques orientados a la sostenibilidad, sin embargo, es importante aclarar que los últimos años se ha fortalecido el desarrollo de estrategias regionales y locales orientadas al cumplimiento de acuerdos internacionales de desarrollo sostenible y conservación de ecosistemas estratégicos para poder asimilar de forma más fácil el cambio climático y sus consecuencias a mediano y largo plazo. La relación con los sectores productivos sigue siendo una tarea que demanda esfuerzos a gran escala por parte de todos los actores involucrados, con el fin de lograr consensos entre los distintos actores.

Por otro lado, si bien a nivel nacional se han adelantado diferentes gestiones desde el marco institucional para poder atender los distintos compromisos internacionales adquiridos en materia de cambio climático, es precaria la destinación de recursos específicos en las instituciones con miras de adelantar acciones de adaptación y mitigación, las mismas son abordadas como acciones indirectas con destinación presupuestal específica diferente.

En términos de coordinación institucional Colombia ha definido diferentes iniciativas interinstitucionales e intersectoriales en miras de promover un desarrollo resiliente al cambio climático y bajo en carbono; la Tercera Comunicación Nacional de Colombia resalta 6 iniciativas de coordinación importantes:

Tabla 24 Iniciativas de coordinación interinstitucional e intersectorial frente al cambio climático

Iniciativa	Descripción
La Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC).	La Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC) es un programa de planeación del desarrollo a corto, mediano y largo plazo, que busca desligar el crecimiento de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) del crecimiento económico nacional. Esto se hará a través del diseño y la implementación de medidas sectoriales de mitigación que maximicen la carbono-eficiencia de la actividad económica del país y que, a su vez, contribuyan al desarrollo social y económico nacional (IDEAM, 2014b).
Estrategia Nacional REDD+.	Reducción de Emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de la Deforestación y Degradación de Bosques + conservación, manejo sostenible de los bosques y aumento de las reservas de carbono REDD+: es un mecanismo internacional en construcción por la CMNUCC, cuyo objetivo es ayudar a que las emisiones de dióxido de carbono producidas por la deforestación y degradación de bosques [selvas], se reduzcan, para así atenuar el cambio climático. Con REDD+ se espera además contribuir a conservar y mejorar los servicios que prestan los bosques [selvas] y al desarrollo de las

Iniciativa	Descripción
	comunidades que los habitan o dependen de estos (Ministerio de ambiente , 2019).
Red Interinstitucional de Cambio Climático y Seguridad Alimentaria (Ricclisa).	La red interinstitucional de cambio climático y Seguridad Alimentaria, Ricclisa tiene como objetivo aprovechar las sinergias entre organizaciones e investigadores y abordar problemas prioritarios del cambio climático y la variabilidad climática, proponiendo estrategias y lineamientos comunes para la incorporación de la gestión del riesgo y la adaptación a estos fenómenos, del sector agrícola colombiano (RICCLISA, 2017).
Mesa Nacional de Educación, Formación y Sensibilización de Públicos sobre Cambio Climático.	Nace como instancia articuladora para garantizar el acercamiento de la comunidad educativa y en general de los ciudadanos al concepto de cambio climático visto como un eje transversal en diferentes dinámicas organizacionales tanto públicas como privadas, pretende dar cumplimiento a lo definido en el artículo 6 ¹³ de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático – CMUNCC.
Programa Piloto Nacional Integrado de Adaptación para Ecosistemas de Alta Montaña, Islas del Caribe Colombiano y Salud Humana (INAP) y Programa Conjunto de Integración de	El INAP se formuló teniendo en cuenta los resultados de la Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, donde se describían que los ecosistemas y aspectos más vulnerables al cambio climático en el país son los ecosistemas de alta montaña, las zonas costeras e insulares y la salud humana, articulando acciones interinstitucionales en la formulación de acciones

¹³ Educación, formación y sensibilización del público compuesto por dos partes: a. Promoverán y facilitarán, en el plano nacional y, según proceda, en los planos subregional y regional, de conformidad con las leyes y reglamentos nacionales y según su capacidad respectiva: i) La elaboración y aplicación de programas de educación y sensibilización del público sobre el cambio climático y sus efectos; ii) El acceso del público a la información sobre el cambio climático y sus efectos; iii) La participación del público en el estudio del cambio climático y sus efectos y en la elaboración de las respuestas adecuadas; y iv) La formación de personal científico, técnico y directivo; y b. Cooperarán, en el plano internacional, y, según proceda, por intermedio de organismos existentes, en las actividades siguientes, y las promoverán: i) La preparación y el intercambio de material educativo y material destinado a sensibilizar al público sobre el cambio climático y sus efectos; y ii) La elaboración y aplicación de programas de educación y formación, incluido el fortalecimiento de las instituciones nacionales y el intercambio o la adscripción de personal encargado de formar expertos en esta esfera, en particular para países en desarrollo (Naciones Unidas, 1992, pág. 12).

Iniciativa	Descripción
Ecosistemas y Cambio Climático en el Macizo Colombiano.	<p>tempranas para prever anticipadamente los impactos del cambio climático en ecosistemas de alta montaña, áreas insulares del Caribe Colombiano y la salud humana, apoyando la protección de los ecosistemas de páramo y la adaptación de las comunidades locales al cambio climático entre otros (IDEAM, 2014c).</p> <p>El programa conjunto fue Integración de Ecosistemas y cambio climático en el Macizo Colombiano se desarrolló como parte de las iniciativas lideradas por el Fondo para el logro de los Objetivos del milenio (F-ODM) debido que el macizo colombiano es la estrella fluvial del país y su diversidad de ecosistemas y origen de los más importantes ríos del país: Magdalena, Cauca, Patía, Caquetá, Putumayo y Saldaña, afluentes claves para el desarrollo agrícola que abastecen aproximadamente al 70% de la población Colombiana (IDEAM, 2014c).</p>
Plan Regional Integral de Cambio Climático Región Capital (PRICC).	<p>Es una plataforma de asociación interinstitucional que busca generar investigación aplicada y conocimiento técnico orientados a la toma de decisiones para enfrentar el cambio climático y a apoyar la implementación de medidas de mitigación y adaptación que adelanten las instituciones gubernamentales de la Región Capital (IDEAM, 2014d).</p>

Fuente: Elaboración propia

Finalmente es importante resaltar que, en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, Colombia ha logrado establecer una serie de directrices normativas, que garantizan la articulación de estrategias intersectoriales, interinstitucionales e interdepartamentales enfocadas a aunar esfuerzos para comprender y atender de forma oportuna lo concerniente al cambio climático en el país.

Tabla 25 Principales normas creadas en Colombia en el marco del cambio climático

Tipo de norma	Número	Título	Año	Objeto
Ley	1523	Por la cual se adopta la política	2012	Adoptar la política nacional de gestión del riesgo de desastres entendiendo

Tipo de norma	Número	Título	Año	Objeto
		nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones.		esta como un proceso social orientado a la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas, estrategias, planes, programas, regulaciones, instrumentos, medidas y acciones permanentes para el conocimiento y la reducción del riesgo y para el manejo de desastres, con el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar, la calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible.
Ley	1715	Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional.	2014	Promover el desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en las zonas no interconectadas y en otros usos energéticos como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético. Con los mismos propósitos se busca promover la gestión eficiente de la energía, que comprende tanto la eficiencia energética como la respuesta de la demanda.
Decreto	298	Por el cual se establece la organización y funcionamiento del sistema nacional de	2016	el Sistema Nacional de cambio climático SISCLIMA, con fin coordinar, articular, formular, hacer seguimiento y evaluar las políticas, normas, estrategias, planes, programas, proyectos, acciones y

Tipo de norma	Número	Título	Año	Objeto
		cambio climático y se dictan otras disposiciones.		medidas en materia de adaptación al cambio climático y de mitigación gases efecto invernadero, cuyo carácter intersectorial y transversal implica la necesaria participación y corresponsabilidad las entidades públicas del orden nacional, departamental, municipal o distrital, así como de entidades privadas y entidades sin ánimo lucro.
Ley	1931	Por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático	2018	establecer las directrices para la gestión del cambio climático en las decisiones de las personas públicas y privadas, la concurrencia de la Nación, Departamentos, Municipios, Distritos, Areas Metropolitanas y Autoridades Ambientales principalmente en las acciones de adaptación al cambio climático, así como en mitigación de gases efecto invernadero, con el objetivo de reducir la vulnerabilidad de la población y de los ecosistemas del país frente a los efectos del mismo y promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable y un desarrollo bajo en carbono.

Fuente: Elaboración propia

Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero

En la actualidad Colombia cuenta con seis Inventarios Nacionales de GEI realizados para los años 1990, 1994, 2000, 2004, 2010 y 2012 respectivamente y en cuya metodología se contemplaron los GEI directo: dióxido de carbono – CO₂, metano - CH₄, óxido nitroso N₂O, hidrofluorocarbonos - HFC, y el hexafloruro de azufre SF₆ contemplando las cuatro categorías o grupos de emisión identificadas como: energía, procesos industriales y uso de

productos (IPPU, por sus siglas en inglés); agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU, por sus siglas en inglés); y residuos, esto con el fin de aportar información del estado de las emisiones de GEI del país en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, Cancillería., 2017), teniendo en cuenta la metodología establecida por dicha organización en última actualización del año 2006.

El inventario contempla tanto emisiones como absorciones y presenta los resultados en toneladas equivalentes de CO₂ o CO₂.eq, sin embargo, para efectos de la presente investigación se presentarán los resultados del inventario realizado a la categoría AFOLU y el sector económico agropecuario.

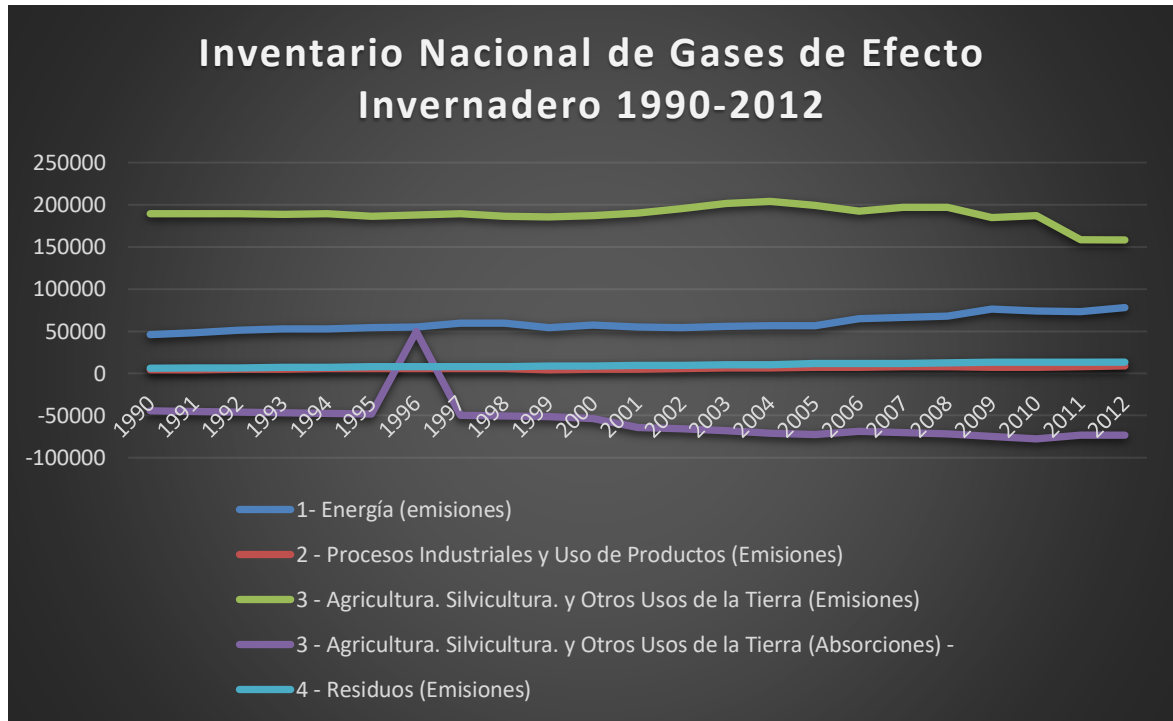


Figura 26 Resultado Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1990 a 2012
Fuente: adaptado de (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, Cancillería., 2017)

Como se puede apreciar en la figura 26 las principales emisiones son realizadas por la categoría AFOLU (26%) seguido por energía¹⁴ y en menor escala las emisiones por

¹⁴ Energía contemplada en su fase de generación y no de uso en los distintos sectores.

residuos, seguida por los procesos industriales; así mismo, las absorciones totales realizada por la categoría AFOLU presentan un crecimiento del 65% entre los años 1990 a 2012, sin embargo, dichas absorciones no son comparables con las emisiones totales realizadas, principalmente debido a las variaciones en la expansión territorial de pastos y la expansión ganadera.

Dentro del INGEI en su última versión el sector agropecuario arrojó resultados por grupos productivos donde se destacan las emisiones por fermentación entérica (31%) y las emisiones por renovación de cultivos permanentes (30%), así las emisiones según (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, Cancillería, 2016, pág. 61): “A nivel están directamente relacionadas con la población ganadera del país, y las absorciones, con el área de cultivos permanentes, principalmente el área sembrada de café, siendo Huila, Antioquia, Tolima los departamentos con las mayores hectáreas sembradas por este cultivo. En otros departamentos como el Meta, cultivos como la palma de aceite son los responsables de las mayores absorciones”.

Para el caso de Boyacá el inventario arroja un resultado de 2,14 megatoneladas de dióxido de Carbono equivalente o Mton CO₂ eq., generadas para el caso de la categoría AFOLU y un total de emisiones de todas las categorías de 10,78 Mton CO₂ eq., comparado a escala nacional.

Esta información es insumo fundamental para la formulación de planes de acción que permitan definir metas en reducción de emisiones de GEI, así como el fortalecimiento de las estrategias adelantada en miras de crear nuevos sumideros de carbono y reforzar los existentes, así como contar con información de base para medir el impacto de las acciones adelantas y el comportamiento económico en contraste con las emisiones de gases de efecto invernadero emitidas en Colombia.

5.3.4 Acciones adelantadas en el marco de la producción de cultivos de papa frente al cambio climático en Boyacá

Algunas opciones de adaptación planificada para el sector agrícola incluyen: la reubicación de plantaciones, mejora en la gestión de tierras, apoyos a sistemas de conservación de la diversidad biológica agrícola, diseño de programas de

consolidación de nuevos calendarios agrícolas por regiones, tecnificación de los cultivos, genotipos adaptados a condiciones de estrés, desarrollo de sistemas de producción sustentable, gestión óptima de recursos hídricos entre otros. (Ocampo, 2011, pág. 121).

En materia de producción agrícola en general, Colombia ha establecido las siguientes medidas estratégicas:

Tabla 26 Principales medidas de adaptación en Colombia – sector agrícola

Medidas	Descripción
Fortalecer la gestión de la investigación y la transferencia del conocimiento	Análisis de los niveles de riesgos, evaluaciones de la vulnerabilidad del recurso hídrico a escala regional y local y determinación del impacto económico de la adaptación al cambio climático
Fortalecer la gestión del riesgo	Investigación aplicada a mediano y largo plazo en el manejo integral del riesgo y fortalecimiento de los mecanismos de transferencia del riesgo.
Mejorar el uso del territorio como estrategia para disminuir la vulnerabilidad	Inclusión de la gestión del riesgo y del cambio climático en los instrumentos de planeación del territorio y profundización en los instrumentos de ordenamiento del territorio como los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas - POMCAS.
Reducir los impactos ambientales, económicos y sociales	Mejorar la resiliencia de los impactos productivos, mejor utilización de las tierras de acuerdo con el sistema de producción y sus requerimientos particulares de agua y temperatura, seguros agrícolas y aplicar medidas de adaptación de proyectos piloto con resultados positivos.
Mejorar la capacidad de adaptación de las comunidades más vulnerables:	Fortalecimiento de la organización social.

Medidas	Descripción
Valorar y proteger la base productiva a partir de los bienes y servicios de la biodiversidad	Fortalecer las iniciativas para un manejo sostenible del agua, establecer sistemas agrícolas diversos e incorporar el conocimiento ancestral de cultivos específicos, así como de variedades de especies para mantener la diversidad genética.

Fuente: Adaptado de (Ocampo, 2011)

Como se puede apreciar en la tabla 26, en materia de avances en medidas de adaptación para Colombia en el sector agrícola se destacan principalmente las acciones orientadas a la gestión del riesgo teniendo en cuenta que los fenómenos hidrometeorológicos son cada vez más intensos y su impacto a escala regional es mucho mayor que en décadas pasadas, así mismo, frente a la producción agrícola, el uso eficiente de los suelos, así como cambios en la producción agrícola son dos de los elementos de mayor fuerza en las medidas de adaptación buscando establecer mejoras en el uso de recursos sin afectar la productividad,

Con la aprobación de la Ley 1931 de 2018 se definen los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales – PIGCCT como los instrumentos mediante los cuales las entidades territoriales y autoridades ambientales regionales identifican, evalúan, priorizan, y definen medidas y acciones de adaptación y de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero, para ser implementados en el territorio para el cual han sido formulados, siendo en la actualidad 16 la totalidad de departamentos con PIGCCT formulados a nivel departamental y 3 en proceso de formulación para los departamentos de Boyacá, Valle del Cauca y Norte de Santander (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2019), así mismo, estos instrumentos contemplan una visión integradora en materia de gestión regional del riesgo frente al cambio climático y las medidas de adaptación y mitigación necesarias para el fortalecimiento de territorios resilientes.

Actualmente el departamento de Boyacá se encuentra en la formulación de su Plan Integral de Gestión del Cambio Climático, trazando una hoja de ruta de integración de los planes municipales con la articulación de estrategias de gestión de recursos naturales, gestión del riesgo y gestión del cambio climático, tomando como pilares el Plan Nacional de Desarrollo, el Plan de Ordenamiento Territorial, los Planes de Ordenamiento y Manejo de

Cuencas Hidrográficas de la región, el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres y los Planes de Desarrollo Locales.

De igual forma, con el fin de atender las necesidades en materia de producción de papa con enfoques de sostenibilidad y respetando los ecosistemas sensibles que circundan dichos cultivos, el ahora MADS y FEDEPAPA, diseñaron la guía ambiental para el cultivo de papa dirigida principalmente a los agricultores, pero también a las organizaciones encargadas de la toma de decisiones desde el enfoque ambiental y de desarrollo económico regional.

6. Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

Uno de los factores más importantes a destacar es la falta de estudios técnicos a nivel nacional e inclusive a nivel latinoamericano que contemple las variables ambientales de la producción de papa más allá de la caracterización general y aborde una mirada integral de los factores ambientales que pueden incidir en la óptima producción del tubérculo, esto abre una brecha entre los avances y acciones de gestión representativa en materia de uso del suelo y la seguridad alimentaria nacional, que deben ser abordados conjuntamente en el marco del Plan Nacional de Adaptación y Mitigación frente al cambio climático.

La identificación de conflictos ambientales en los diferentes sectores de la economía del departamento de Boyacá, son fundamentales para lograr identificar los puntos álgidos que afectan la producción agrícola del departamento y que a su vez se convierten en factores incidentes en el cambio climático debido a la mala utilización de los recursos naturales, sus medidas de protección ambientales incipientes y la progresiva invasión de ecosistemas de páramo para producción de papa, limitando cada vez más la capacidad de resiliencia del territorio frente a variables climáticas en aumento.

El nivel de incertidumbre es alto respecto a los posibles escenarios sobre los cuales se analiza el cambio climático, esto en gran medida por factores como las decisiones de las grandes potencias mundiales actuales, las vulnerabilidades políticas de los países en vías de desarrollo y los escenarios económicos de dichos países sobre los cuales pesa también el crecimiento económico. Esto puede representar un riesgo importante para el desarrollo de medidas estratégicas de adaptación y mitigación frente al cambio climático ya que se desconoce a ciencia cierta cuales pueden llegar a ser las grandes consecuencias si no se contemplan medidas adaptativas tempranas, si bien existen modelos predictivos a partir de los análisis meteorológicos de los últimos 50 años, es imperativo resaltar la vulnerabilidad sobre dichos estudios frente a escenarios futuros a pesar de la evidencia científica sobre múltiples factores analizados.

Identificar y medir los impactos del cambio climático para Colombia no es una tarea sencilla ni mucho menos de corto plazo, ya que esto requiere identificación de las

particularidades en todas las regiones biofísicas que permitan analizar los comportamientos específicos de los ecosistemas frente a las variables meteorológicas y socioeconómicas que puedan generar afectaciones negativas a los diferentes tipos de ecosistemas de Colombia y su conectividad estrechamente relacionada y que aportan los servicios ecosistémicos – hasta ahora suficientes – para el desarrollo de la calidad de vida de la población.

Los mayores afectados con los impactos del cambio climático son los pequeños productores, quienes resienten los impactos del estrés hídrico, los cambios de temperatura, la reducción en la cantidad y calidad de nutrientes del suelo que impacta directamente los rendimientos de cultivos; si bien para el caso de la papa no se ven reflejadas cifras de reducción alarmantes (a excepción del periodo 2010-2015), el desarrollo en la última década ha sido bastante limitado sin que ello haya detenido la invasión de ecosistemas estratégicos para la producción de agua como el páramo o zonas de reserva forestal, agudizando el problema y alterando las condiciones de calidad de vida de la población campesina.

La necesidad del departamento de Boyacá de consolidar a corto plazo el Plan de Integral de Gestión del Cambio Climático es imperativa ya que a través de la construcción de dicho documento es posible hacer la articulación de herramientas que garanticen medidas adaptativas concretas para mejorar las condiciones del sector agrícola orientada a una producción de cultivos eficiente y resiliente a los impactos cada vez más grandes de la variabilidad climática producto del cambio climático.

Dentro de la investigación realizada si bien se encontraron algunas investigaciones asociadas a la variación de la temperatura, la gran mayoría se orientaron a los cambios en la disponibilidad del recurso hídrico y las variables relacionadas con los registros obtenidos de las diferentes estaciones meteorológicas del departamento, esto dejó claro que si bien el comportamiento de las condiciones ambientales es relativamente estable, casos como el de la ola invernal 2010-2011 causaron graves impactos en la productividad y son resultado de alteraciones en el sistema climático que presenta variaciones aisladas pero con consecuencias negativas para el sector agrícola.

Si bien no se encontraron estudio que abordaran el periodo de tiempo definido en la presente investigación, si se recopilaron datos importantes de diferentes investigaciones meteorológicas orientadas a reconocer a partir de distintos modelos de medición los comportamientos de la temperatura y la precipitación, arrojando información representativa que permitió correlacionar la información de productividad de papa con los comportamientos meteorológicos y ambientales del departamento de Boyacá como insumo para el análisis de la problemática trabajada.

Las alteraciones a los ecosistemas actuales están afectando la capacidad de adaptación del sistema climático frente a los cambio abruptos de la variabilidad en escalas interestacionales, interanuales e interdecadales, esto sin duda impacta significativamente las condiciones de producción de los ecosistemas actuales llevándolos a límites donde no es posible su sostenimiento causando estrés hídrico y graves daños al suelo limitando su capacidad de producción y sus condiciones de desarrollo lo que directamente afecta la disponibilidad de alimentos para la creciente población tanto del departamento como de la región.

Recomendaciones

Empoderar a los pequeños productores de papa es uno de los retos más importantes para mejorar las condiciones de cultivos de este producto, garantizando que las producciones a nivel departamental se realicen dentro de los límites establecidos, sin alterar ecosistemas de páramo ni comprometer la estabilidad financiera del sector de la papa, para ello es necesario fomentar el conocimiento y convertir a los pequeños y medianos productores en personas capacitadas y conscientes de la importancia de producir tubérculos con planificación ambiental, con el fin de que los cultivos permitan a su vez ser sumideros de carbono eficientes.

Es importante que el gobierno nacional así como los gobiernos territoriales realicen destinación específica de recursos para abordar las diferentes líneas de acción de las estrategias de adaptación y mitigación frente al cambio climático adoptadas, toda vez que si no existen recursos específicos difícilmente se podrán adelantar acciones a pasos acelerados que vayan de la mano con el desarrollo económico regional, donde es

fundamental capacitar y empoderar al pequeño productor en la gestión ambiental de su territorio y de sus cultivos como medida para poder hacer la transformación de la población productora campesina.

Las acciones adelantadas por el departamento de Boyacá siguen siendo precarias en materia de cambio climático y es recomendable que se aborden en el menor tiempo posible con el fin de evitar pérdidas económicas y materiales que ocasionen problemas en los rendimientos de cultivos y baja productividad como los ya vivido con la ola invernal 2010-2011 y que pueden repetirse por el fenómeno de la niña o del niño en caso de sequías e incendios a cultivos y bosques.

Es importante involucrar al sector educativo en proyectos de investigación sobre el clima y su impacto en la producción de alimentos, esto podrá aportar mayores resultados sobre estudios del cambio climático y la seguridad alimentaria, permitiendo conocer de forma más amplia los impactos de las variaciones climáticas cada vez más intensas sobre la producción de alimentos en Colombia y fomentar alternativas desde el campo de la ingeniería para mitigar dichos impactos.

7. Glosario

- AFOLU:** Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (siglas en inglés).
- BID:** Banco Interamericano de Desarrollo.
- CELAC:** Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños.
- CMNUCC:** Convención Marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático.
- DANE:** Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
- DNP:** Departamento Nacional de Planeación.
- FAO:** Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (siglas en inglés).
- FEDEPAPA:** Federación Colombiana de Productores de Papa.
- GEI:** Gases de Efecto Invernadero.
- IDEAM:** Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- INGEI:** Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero.
- IPCC:** Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el cambio climático (siglas en inglés).
- MADR:** Ministerio de Ambiente y Desarrollo Rural.
- MADS:** Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- NOAA's:** Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (siglas en inglés).
- ODS:** Objetivos de Desarrollo Sostenible.
- PIB:** Producto Interno Bruto.
- PNCC:** Política Nacional de Cambio Climático.
- PNUD:** Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo.

8. Bibliografía

- Agencia Nacional de Minería. (2017). Títulación minera de Boyacá. Pág. 1-3. Obtenido de www.anm.gov.co:
https://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/bullets_boyaca_01-06-2017.pdf
- Bacca, H. A., Narváez, J. A., & Unigarro, A. (2011). Evaluación de la movilidad del azufre en un suelo vitric haplustand. (R. d. agrícolas, Ed.) *Revista de ciencias agrícolas*, Pág. 107-118. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5104117>
- Barrera, G. E., & Pérez, C. M. (2016). Caracterización climatológica y evaluación de la influencia de la variabilidad climática tipo ENSO para las variables: precipitación, evaporación, humedad relativa y temperatura en el departamento de Boyacá. Pág. 9-59. Bogotá. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/2851/Perezmaria2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Calderón, S., Romero, G., Ordoñez, A., Álvarez, A., Ludeña, C., Sánchez-Aragón, L., . . . Pereira, M. (2014). Impactos económicos del cambio climático en Colombia. Pág. 1-3. Washintong D.C. Obtenido de <https://publications.iadb.org/es/publicacion/15522/impactos-economicos-del-cambio-climatico-en-colombia>
- Cámara de Comercio de Duitama. (2018). Boyacá en Cifras año 2016 - 2017. Pág. 20. Obtenido de https://ccomerciotunja.org.co/new/wp-content/uploads/2018/06/BOYACA-EN-CIFRAS_2018-2.pdf
- CECODES. (2015). *Aportes de Colombia frente al cambio climático*. Obtenido de www.cecodes.org.co: <https://www.cecodes.org.co/site/aportes-de-colombia-frente-al-cambio-climatico/>
- Colparques. (2018). *Laguna de Tota*. Obtenido de www.colparques.net:
<http://www.colparques.net/TOTA>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2012). Valoración de daños y pérdidas ola inverna en Colombia 2010-2011. Pág. 167. Bogotá, Colombia. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37958/1/OlainvernalColombiaBIDCEPAL_es.pdf

- Comisión Europea . (2015). *Acuerdo de París* . Obtenido de ec.europa.eu:
https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_es#tab-0-1
- Congreso de Colombia. (2018). Ley 1931 del 27 de julio de 2018 Por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático. Pág. 1. Bogotá D.C., Colombia. Obtenido de
<http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa/LEY%201931%20DEL%2027%20DE%20JULIO%20DE%202018.pdf>
- CORPOBOYACÁ. (2009). Plan de Gestión Ambiental Regional - PGAR. Pag. 54-56. Tunja. Obtenido de <http://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2015/10/pgar-final.pdf>
- Corpoica. (2000). Manejo integrado del cultivo de la papa. Pág. 52-61. Tibaitatá: Produmedios.
- Corporación Autónoma Regional de Chivor. (Diciembre de 2006). Plan de Gestión Ambiental Regional 2009-2019. Pág. 16-17. Garagoa. Obtenido de https://www.corpochivor.gov.co/wp-content/uploads/2016/06/pgar2007_2019.pdf
- CORPORINOQUIA. (2013). Plan de Gestión Ambiental Regional 2013 - 2025. Pág. 144. Yopal. Obtenido de http://www.corporinoquia.gov.co/files/pgar/doc_final_%20PGAR_2013_2025.pdf
- Corredor, V. J., Caro, C. C., & Martínez, G. E. (2008). Efectos de los fenómenos macroclimáticos (El Niño y La Niña) sobre diferentes variables , climatológicas en Boyacá. *In Vestigium Ire*, Pág. 5-11. Obtenido de <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/ivestigium/article/view/51>
- Costa, P. C. (2007). La adaptación al cambio climático en Colombia. *Revista de ingeniería Universidad de los Andes*, Pág. 76. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n26/n26a10.pdf>
- DANE. (1998). Encuesta Nacional Agropecuaria resultados 1997. Pág. 75-77. Bogotá. Obtenido de http://biblioteca.dane.gov.co/media/libros/LD_4039_1997_EJ_5.PDF
- DANE. (2001). Encuesta Nacional Agropecuaria. Pág. 77-81. Bogotá. Obtenido de http://www.fao.org/fileadmin/templates/ess/ess_test_folder/World_Census_Agriculture/Country_info_2000/Reports_1/COL_SPA_REP_2001.pdf
- DANE. (2002). Encuesta Nacional Agropecuaria. Pág. 81,145-149. Bogotá. Obtenido de http://biblioteca.dane.gov.co/media/libros/LD_4039_2002_EJ_5.PDF

- DANE. (2003). Encuesta Nacional Agropecuaria Resultados 2003. Pág. 139-142. Bogotá, Bogotá. Obtenido de <https://www.fenalce.org/archivos/ENA2003.pdf>
- DANE. (2010). *Boletín Censo general 2005 perfil Boyacá*. Obtenido de www.dane.gov.co: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-general-2005-1/censo-general-2005>
- DANE. (2011). *Encuesta Nacional Agropecuaria - ENA 2011*. Obtenido de www.dane.gov.co: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/enda/ena/Presentacion_Boyaca_2011.pdf
- DANE. (2013). Boletín mensual insumos y factores asociados a la producción agropecuaria. Pág. 1. Bogotá. Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos_factores_de_produccion_sep_2013.pdf
- DANE. (2016). Tercer Censo Nacional Agropecuario. Bogotá D.C., Colombia. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/files/images/foros/foro-de-entrega-de-resultados-y-cierre-3-censo-nacional-agropecuario/CNATomo2-Resultados.pdf>
- DANE. (2018 b). Metodología general Encuesta Nacional Agropecuaria - ENA. Pág. 3-4. Bogotá, Bogotá. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/agropecuario/DSO-ENA-MET-001-V5.pdf>
- DANE. (2018). *Cuentas departamentales*. Obtenido de www.dane.gov.co: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-departamentales>
- DANE. (2019 a). *Censo Nacional de Población y Vivienda*. Obtenido de www.dane.gov.co: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018>
- DANE. (2019 b). *Estimación y proyección de población nacional, departamental y municipal por sexo, grupos quinquenales de edad y edades simples de 0 a 26 años 1985-2020*. Obtenido de [dane.gov.co](http://www.dane.gov.co): <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>
- DANE. (2019b). *PIB por departamento*. Obtenido de [dane.gov.co](http://www.dane.gov.co): <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-departamentales#pib-base-2005>

- Datos abiertos. (2017). *Estimación Población por Departamento 2017*. Obtenido de [www.datos.gov.co: https://www.datos.gov.co/Estadisticas-Nacionales/Estimacion-Poblacion-por-Departamento-2017/cg4z-y53z](https://www.datos.gov.co/Estadisticas-Nacionales/Estimacion-Poblacion-por-Departamento-2017/cg4z-y53z)
- Departamento Administrativo de Planeación de Boyacá. (2019). Boyacá Bicentenario. Pág. 43. Tunja. Obtenido de <http://186.116.11.66/suimweb/ARCHIVOS/DESARROLLO%20ECON%20SOCIAL/PLANES%20ESTRATEGICOS/BOYAC%20PLAN%20PROSPECTIVO%20PARA%20BOYAC%20BORRADOR%20202010.PDF>
- Departamento Nacional de Planeación. (2019). Boyacá visión 2019: : Territorio de libertad y prosperidad bicentenario. Pág. 2. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Territorial/BOYAC%20Parte%20II.%201%20jun%20012.%20APROBADO%20FINAL.PDF>
- Departamento Nacional de Planeación. (2018). *Las 16 grandes apuestas de Colombia para cumplir los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Obtenido de [dnp.gov.co: https://www.dnp.gov.co/Paginas/Las-16-grandes-apuestas-de-Colombia-para-cumplir-los-Objetivos-de-Desarrollo-Sostenible.aspx#targetText=Colombia%20defini%20las%20metas%20para,clim%20y%20justicia%20entre%20otros](https://www.dnp.gov.co/Paginas/Las-16-grandes-apuestas-de-Colombia-para-cumplir-los-Objetivos-de-Desarrollo-Sostenible.aspx#targetText=Colombia%20defini%20las%20metas%20para,clim%20y%20justicia%20entre%20otros)
- El Diario Boyacá. (2018). Boyacá se consolida como el segundo productor de papa a nivel nacional. Obtenido de <https://www.periodicoeldiario.com/2018/05/08/boyaca-se-consolida-como-el-segundo-productor-de-papa-a-nivel-nacional/>
- ESAP. (2019). Esquema de ordenamiento territorial sistema físico biótico. Obtenido de [http://cdim.esap.edu.co/bancomedios/documentos%20pdf/eot%20boyaca%20sistema%20fisico%20biotico%20hidrografia%20\(8%20pag%2043%20kb\).pdf](http://cdim.esap.edu.co/bancomedios/documentos%20pdf/eot%20boyaca%20sistema%20fisico%20biotico%20hidrografia%20(8%20pag%2043%20kb).pdf)
- Espinosa, M. A. (2019). El cambio climático, la otra amenaza que acecha al campo colombiano. *El tiempo*. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/como-afecta-el-cambio-climatico-la-agricultura-en-colombia-387304>
- Expansión. (2018). *Una ola de calor golpea al mundo*. Obtenido de [expansion.mx: https://expansion.mx/mundo/2018/07/24/una-ola-de-calor-golpea-al-mundo](https://expansion.mx/mundo/2018/07/24/una-ola-de-calor-golpea-al-mundo)
- FAO. (2016). Seguridad alimentaria, nutrición y erradicación del hambre. Pág. 13. Santiago de Chile, Chile. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40348/1/S1600707_es.pdf

- FAO. (2018a). Cambio climático y seguridad alimentaria. Pág. 1-2. Obtenido de <http://www.fao.org/climatechange/16615-05a3a6593f26eaf91b35b0f0a320cc22e.pdf>
- FAO. (2018b). Cambio climático y seguridad alimentaria y nutricional América Latina y el Caribe. Pág. 8-9. Chile. doi:<http://www.fao.org/3/I8014ES/i8014es.pdf>
- FEDEPAPA. (2018). Producción de papa en Colombia. *Revista papa*, Pág. 11. doi:<https://fedepapa.com/wp-content/uploads/2017/01/REVISTA-43-OK.pdf>
- Fernandez, M. (2013). Efectos del cambio climático en la producción y rendimiento de cultivos por sectores. Pág. 26-33. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Efectos+del+Cambio+Climatico+en+la+agricultura.pdf/3b209fae-f078-4823-afa0-1679224a5e85>
- FNFP. (2016). Informe de Gestión 2016. Pág. 23-24. Colombia. Obtenido de <https://fedepapa.com/wp-content/uploads/2017/01/INFORME-DE-GESTIO%CC%81N-FNFP-ANUAL-2016.pdf>
- FNFP. (2018). Informe de Gestión 2018. Pág. 12-14. Colombia. Obtenido de <https://fedepapa.com/wp-content/uploads/2017/01/INFORME-DE-GESTION-VIGENCIA-2018.pdf>
- FONADE; DANE. (2013). Efectos del cambio climático en la producción y rendimiento de cultivos por sectores. Pág. 6-8, 27-28. Bogotá, Colombia. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Efectos+del+Cambio+Climatico+en+la+agricultura.pdf/3b209fae-f078-4823-afa0-1679224a5e85>
- García, A. C., Vallejo, L. G., Higgins, M. L., & Escobar, E. M. (2016). El Acuerdo de París. Así actuará Colombia frente al cambio climático. Pág. 5-11, 14-21, 23-30. Cali, Colombia: WWF-Colombia. Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/colombia_hacia_la_COP21/el_acuerdo_de_paris_frente_a_cambio_climatico.pdf
- García, M. C., Piñeros, B. A., Bernal, Q. F., & Ardila, R. E. (2012). Variabilidad climática, cambio climático y el recurso hídrico en Colombia. *Revista de Ingeniería. Universidad de los Andes*, Pág. 60-64. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n36/n36a12.pdf>
- Gobernación de Boyacá. (2012). *Historia de Boyacá*. Obtenido de <http://www.boyaca.gov.co>: <http://www.boyaca.gov.co/prensa-publicaciones/mi-boyaca/historia>

- Gobernación de Boyacá. (2012b). *Aspectos Geográficos*. Obtenido de <http://www.boyaca.gov.co>: <http://www.boyaca.gov.co/prensa-publicaciones/mi-boyac%C3%A1/aspectos-geograficos>
- Gobernación de Boyacá. (2012c). *Hidrografía Boyacense*. Obtenido de www.boyaca.gov.co: <http://www.boyaca.gov.co/prensa-publicaciones/mi-boyac%C3%A1/hidrografia-boyacense>
- Gobernación de Boyacá. (2016). Agua, medio ambiente y gestión del riesgo. Pág. 566-567. Obtenido de www.boyaca.gov.co: <http://www.boyaca.gov.co/images/planes/plan-de-desarrollo/pdd2016-09-T-Medio-Ambiente.pdf>
- Gobernación de Boyacá. (2018). Ordenamiento Territorial Departamental de Boyacá - Productividad sector agropecuario. Pág. 13-15. Tunja. Obtenido de <https://www.dapboyaca.gov.co/wp-content/uploads/2018/09/PRODUCTIVIDAD-SECTOR-AGROPECUARIO.pdf>
- González, M., Jurado, E., González, S., Aguirre, Ó., Jiménez, J., & Navar, J. (2003). Cambio climático mundial: origen y consecuencias. *Ciencia UANL*, Pág. 377-383. Obtenido de http://eprints.uanl.mx/1287/1/cambio_climatico.pdf
- IDEAM. (2014b). *¿Qué es la estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono?* Obtenido de [Cambioclimatico.gov.co](http://www.cambioclimatico.gov.co): <http://www.cambioclimatico.gov.co/estrategia-colombiana-de-desarrollo-bajo-en-carbono>
- IDEAM - UNAL. (2018). Variabilidad climática y cambio climático en Colombia. Pág. 14-29, 37-47. Bogotá D.C., Colombia. Obtenido de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023778/variabilidad.pdf>
- IDEAM. (1999). Estudio Nacional del Agua. Pág. 26. Bogotá, Colombia. Obtenido de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/019252/ESTUDIONACIONALDELAGUA.pdf>
- IDEAM. (2010). Estudio Nacional del Agua. Pág. 57-62. Bogotá D.C., Colombia. Obtenido de http://www.andi.com.co/Uploads/ENA_2010.compressed.pdf
- IDEAM. (2014a). *ANTECEDENTES DEL INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO*. Obtenido de <http://www.cambioclimatico.gov.co>: <http://www.cambioclimatico.gov.co/gases-de-efecto-invernadero>
- IDEAM. (2014c). *Proyecto Macizo*. Obtenido de [cambioclimatico.gov.co](http://www.cambioclimatico.gov.co): <http://www.cambioclimatico.gov.co/proyecto-macizo>

- IDEAM. (2014c). *Proyecto Piloto Nacional de Adaptación al Cambio Climático (INAP)*.
Obtenido de cambioclimatico.gov.co: <http://www.cambioclimatico.gov.co/inap>
- IDEAM. (2014d). *Plan Regional Integral de cambio climático región capital, Bogotá - Cundinamarca (PRICC)*. Obtenido de cambioclimatico.gov.co:
<http://www.cambioclimatico.gov.co/pricc>
- IDEAM. (2015). Estudio Nacional del Agua 2014. Pág. 328-330. Bogotá D.C., Colombia.
Obtenido de
http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023080/ENA_2014.pdf
- IDEAM. (2019). Estudio Nacional del Agua 2018. Pág.117-127, 396-415. Bogotá D.C., Colombia. Obtenido de http://www.andi.com.co/Uploads/ENA_2018-comprimido.pdf
- IDEAM, PNUD, MADS, DNP, Cancillería. (2016). Inventario nacional y departamental de Gases de Efecto Invernadero - Colombia. Tercera comunicación nacional de cambio climático. Pág. 16-17, 28-29, 38-41, 46-47, 78-79. Bogotá D.C., Colombia.
Obtenido de
<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023634/INGEI.pdf>
- IDEAM, PNUD, MADS, DNP, Cancillería,. (2017). Tercera Comunicación Nacional de Colombia a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Bogotá, Colombia. Obtenido de
http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023731/TCNCC_COLOMBIA_CMNUCC_2017_2.pdf
- IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. (2015). Nuevos escenarios de cambio climático para Colombia 2011-2100. Pág. 10, 28, 55, . Bogotá, Colombia.
Obtenido de
http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022964/documento_nacional_departamental.pdf
- IDEAM. PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. (2015b). Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (GEI) Colombia. Pág. 18-19, 30-32. Bogotá, Colombia.
Obtenido de
http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023421/cartilla_INGEI.pdf
- IPCC. (2015). cambio climático 2014, Informe de síntesis. Pág. 3-13. Coenhage: PNUMA.
Obtenido de
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf

- Lau, C., Jarvis, A., & Ramírez, J. (2011). *Agricultura Colombiana: Adaptación al cambio climático*. CIAT Políticas de síntesis. Pág. 1-4. Cali, Colombia. Obtenido de <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/57475>
- Martínez, K., Pereira, M., de Miguel, C., Sanchez-Aragon, L., Ludeña, C. E., Álvarez, A., . . . Calderón, S. (2016). *Impactos económicos del cambio climático en Colombia: Agricultura*. Obtenido de <https://publications.iadb.org>: <https://publications.iadb.org/es/publicacion/15517/impactos-economicos-del-cambio-climatico-en-colombia-agricultura>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2004). *Anuario Estadístico del Sector Agropecuario 2004*. Bogotá: Dirección de Política Sectorial - Grupo de Sistemas de Información.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural . (1998). *Informe Técnico 1998 Encuesta Nacional Agropecuaria* . Bogotá , Bogotá , Colombia : Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural .
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (1998). *Anuario Estadístico 1998*. Bogotá: Oficina de información Estadística.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2000). *Encuesta Nacional Agropecuaria Resultados 1999*. Bogotá: Departamento Administrativo Nacional de Estadística .
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2000). *Informe técnico 2000*. Bogotá: Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2002). *Anuario Estadístico Agropecuario 2002*. Bogotá: Dirección de Política Sectorial - Grupo de Sistemas de Información.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2007). *Anuario Estadístico Agropecuario - 2007*. Bogotá: Dirección de Política Sectorial - Grupo de Sistemas de Información.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2013). *Anuario Estadístico del Sector Agropecuario 2012*. Bogotá: Dirección de Política Sectorial - Grupo de Sistemas de Información.
- Ministerio de agricultura y Desarrollo Rural. (2015). Plan de Acción Sectorial (PAS) de mitigación de gases de efecto invernadero (GEI) sector agropecuario. Pág. 2-6 . Obtenido de www.minambiente.gov.co: http://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/planes_sectoriales_de_mitigaci%C3%B3n/PAS_Agropecuario_-_Final.pdf

- Ministerio de ambiente . (2019). *Ahora sí, ¿Qué es REDD?* Obtenido de minambiente.gov.co: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos/reduccion-de-emisiones-de-gases/ahora-si-que-es-redd>
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible . (2019). *Aproximación a territorio: Planes Integrales de Gestión de Cambio Climático Territoriales - PIGCCT*. Obtenido de minambiente.gov.co: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-territorial-de-cambio-climatico/aproximacion-a-territorio-planos-territoriales-de-cambio-climatico>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). Política Nacional de Cambio Climático. Pág. 28-29, 34-39, 73-75, 86-87, 160-161, 268-269 . Bogotá, Colombia. Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/Politica_Nacional_de_Cambio_Climatico_-_PNCC_/PNCC_PoliticasyPublicas_LIBRO_Final_Web_01.pdf
- Montaldo, Á. (1986). *Cultivo y mejoramiento de la papa*. (M. De la Cruz, & F. De la Torre, Edits.) San José: Instituto interamericano de cooperación para la agricultura.
- Murad, R. R. (2003). Estudio sobre la distribución espacial de la población Colombiana. Pág. 13-15. Santiago de Chile, Chile. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/7186/S0311812_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Naciones Unidas. (1992). *Convención marco de naciones unidas para el cambio climático*. Obtenido de minambiente.gov.co: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/convencion-marco-de-naciones-unidas-para-el-cambio-climatico-cmnucc/convencion-marco-de-naciones-unidas#documentos>
- Ocampo, O. (2011). El cambio climático y su impacto en el agro. *Revista de ingeniería*, Pág. 115-123. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1210/121022658012.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). Cambio climático seguridad alimentaria y nutricional América Latina y el Caribe. Pág. 6-8. Santiago, Chile. Obtenido de <http://www.fao.org/3/I8014ES/i8014es.pdf>
- Reina, A. Y., & Rubio, R. K. (2016). Boyacá: un contraste entre competitividad, desempeño económico y pobreza. Pag. 14-16. Cartagena: Banco de la República. Obtenido de http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/dtser_245.pdf

- Revista Semana. (2017). *Cinco efectos visibles del cambio climático en Colombia*.
Obtenido de www.semana.com: <https://www.semana.com/nacion/articulo/efectos-del-cambio-climatico-en-colombia/512637>
- RICCLISA. (2017). *Quienes somos*. Obtenido de ricclisa.org:
<https://www.ricclisa.org/index.php/quienes-somos-ricclisa>
- Rodríguez, B. M., Mance, H., Barrera, R. X., & García, A. C. (2015). Cambio climático: lo que está en juego. Pág. 13-16, 28-39. Bogotá, Colombia: Universidad de los Andes. Obtenido de <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/kolumbien/12047.pdf>
- Rodríguez, L. (2007). Protocolo de Kyoto: Debate sobre ambiente y desarrollo en las discusiones sobre cambio climático. *Gestión y Ambiente*, Pág. 116-128. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/1417/2037>
- Rodríguez, Q. P. (1996). *La papa y el desarrollo económico en Colombia*. Lima, Perú: Centro Internacional de la Papa(CIP).
- Rojas, E., Arce, B., Peña, A., Boshell, F., & Ayarza, M. (2010). Cuantificación e interpolación de tendencias locales de temperatura y precipitación en zonas alto andinas de Cundinamarca y Boyacá (Colombia). *Corpoica. Ciencia y Tecnología Agorpecuaria*, 11(2), Pág. 173-182. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4499/449945029009.pdf>
- Sepúlveda, D. O., Suárez, A. Z., Patarroyo, M. M., Canaria, C., & Bautista, D. S. (2015). Estudio del comportamiento e impacto de la climatología sobre el cultivo de la papa y del pasto en la región central de Boyacá empleando los sistemas dinámicos. Tunja, Boyacá, Colombia. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-74882015000200011&script=sci_arttext&tlng=en
- Sociedad Geográfica de Colombia . (2011). *Departamentos de Colombia - Boyacá* . Obtenido de www.sogeocol.edu.co: <https://www.sogeocol.edu.co/boyaca.htm>
- Universidad Santo Tomás. (2011). Lineamiento de política ambiental como marco conceptual y jurídico para el ordenamiento económico y social del departamento de Boyacá. Pág. 77-86. Tunja. Obtenido de <http://oikoscolombia.org/data/documents/libro-lineamientos-politica-ambiental-2012-DIC-6.pdf>
- Vázquez, P. A., Leyva, T. D., & Gómez Merino, F. C. (2018). Challenges and proposals to achieve food security by the year 2050. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*,

Pág. 175-189. Retrieved from <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v9n1/2007-0934-remexca-9-01-175-en.pdf>

Villate, C. J. (2004). Influencia de los fenómenos macroclimáticos y calentamiento global en la hidrología del altiplano cundiboyacense. Pág. 73-75, 80. Bogotá, Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/10164/u245494.pdf?sequence=1>

WWF. (2018). *Clima y energía: cambio climático y energías renovables*. Obtenido de <http://www.wwf.org.co>:
http://www.wwf.org.co/que_hacemos/wwf_al_clima/?ads_cmpid=1376834772&ads_adid=55544263620&ads_matchtype=b&ads_network=g&ads_creative=318432266079&utm_term=cambio%20climatico&ads_targetid=kwd-297033543589&utm_campaign=&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&ttv

RESUMEN ANALÍTICO ESPECIALIZADO - RAE
--

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título	Impactos del cambio climático en los cultivos de papa del departamento de Boyacá – Colombia, análisis de causas y soluciones para la región
Autor	Julio Alberto Novoa Campos
Tipo de documento	Monografía
Director	Yon Alexander Plazas
Año	2020
Palabras clave	Boyacá, cambio climático, mitigación, adaptación, papa, resiliencia, gases de efecto invernadero, producción agrícola, variabilidad climática.

2. RESUMEN

Se seleccionó el cultivo de papa en el departamento de Boyacá debido a la importancia de dicho alimento para la dieta regional y nacional siendo uno de los departamentos de mayor aportación de este producto a nivel nacional. Teniendo en cuenta que el objetivo aborda dos elementos de complejidad importante: el cambio climático y la producción agrícola, se planteó la revisión bibliográfica en cuatro secciones estratégicas con el fin de abordar de forma integral las diferentes variables de información requeridas: el cambio climático, la producción de papa en Boyacá, el cambio climático en Colombia y las medidas adoptadas para hacerle frente a dicho tema haciendo un énfasis en la producción agrícola, específicamente en los cultivos de papa del departamento de Boyacá. De esta forma, se presenta el resultado de la investigación documental realizada, a través de la cual se logró caracterizar el departamento de Boyacá, y hacer una contextualización sobre el cambio climático, qué es y qué tan importante es atender este tema dentro de la agenda política nacional y regional analizando los avances, pero también los retos que se tienen en la materia.

Con los resultados de la investigación se logró determinar que si bien los cultivos de papa han tenido avances importantes en términos de producción y rendimiento en los últimos 20 años, también presentan importantes desafíos que deben ser atendidos regionalmente y que se asocian con el uso adecuado del suelo, la delimitación de zonas de cultivo y la preparación de los productores donde es fundamental la construcción de conciencia con el fin de empoderar a todos los productores sobre su papel estratégico en la adaptación y mitigación del cambio climático, en la producción agrícola.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El cambio climático si bien es un proceso natural dentro de los cambios ambientales del planeta, ha sufrido un acelerado incremento debido a factores antrópicos que han causado un deterioro en gran parte de los ecosistemas, esto como consecuencia, ha ocasionado el proceso acelerado del derretimiento de los polos, el aumento en el nivel de los océanos y variabilidades más intensas en fenómenos climáticos como el niño y la niña (Fernandez, 2013).

En este sentido, el enfoque de la agricultura y en especial del desarrollo de las actividades agrícolas ha generado una atención importante principalmente en los países en vías de desarrollo debido a las implicaciones ambientales que existen entorno al uso del suelo, agua y cuidados en monocultivos y procesos de producción agrícola, planteando la necesidad de establecer mejores patrones de conducta en términos de producción y consumo de bienes y servicios ambientales, buscando de esta forma remediar a largo plazo los estragos de las malas prácticas de producción efectuadas en el pasado.

La región andina abarca más del 50% del total de la población nacional Colombiana (Murad, 2003), convirtiéndose en el territorio con mayor densidad poblacional del país, así mismo, el departamento de Boyacá es un referente importante en la producción agropecuaria a nivel regional y nacional aportando en promedio el 17% del PIB departamental y el 0.5% del PIB nacional entre los años 2000 y 2016 (DANE, 2018); en este sentido, el departamento de Boyacá cuenta con una participación del 26% de producción de papá a nivel nacional solamente superada por el departamento de Cundinamarca. Así mismo, a nivel nacional la papa se ha convertido en un insumo importante para la dieta de la población, un estudio del año 2018 realizado por FEDEPAPA y NIELSEN Colombia obtuvo como resultado que las ciudades con mayores índice de consumo de papa son Bogotá (índice de consumo de 64.8), Bucaramanga (índice de consumo de 54.9), Medellín (índice de consumo de 46.6), Cartagena (índice de consumo de 45.1), Manizales (índice de consumo de 41.4), Ibagué (índice de consumo de 39.5), Pereira (índice de consumo de 31.4), Cali (índice de consumo de 27.7) y Barranquilla (índice de consumo de 21.4), esto representa cerca del 70% de consumo total del país (FEDEPAPA, 2018).

4.OBJETIVOS

Objetivo general

Analizar las consecuencias del cambio climático en la producción de papa del departamento de Boyacá en los últimos 20 años (periodo 1998-2018).

Objetivos específicos

- ✓ Identificar las variables ambientales que inciden en la producción de papa del departamento de Boyacá.
- ✓ Analizar el comportamiento en los últimos 20 años de las variables ambientales identificadas.
- ✓ Realizar el análisis de la variabilidad en la producción de papa del departamento de Boyacá en los últimos 20 años.
- ✓ Identificar el estado de avance de las acciones adelantadas por el gobierno nacional y departamental en la región de Boyacá para enfrentar el cambio climático.

5.METODOLOGÍA

El proyecto se desarrolló a partir de una investigación documental y análisis crítico de diferentes autores y masas documentales, partiendo de una análisis general sobre el cambio climático, sus principales características y consecuencias a nivel general llegando luego a hacer el análisis nacional y departamental asociando los impactos con la seguridad alimentaria y la producción de papa, a través de exploración de fuentes primarias y secundarias tales como libros, informes, guías, revistas científicas, periódicos, páginas web, trabajos de grado e infografías, haciendo el análisis de información abarcando un periodo de tiempo de 20 años (1998 a 2018).

A partir del análisis de dicha información, así como de la recopilación de datos claves para la investigación, se analizó a fondo el fenómeno del cambio climático, las acciones internacionales adelantadas a nivel general y los impactos para Colombia, haciendo la revisión de la productividad de papa en el departamento a partir de la revisión de diferentes fuentes de información locales como informes de la gobernación de Cundinamarca, el DANE y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural y análisis realizados sobre la economía regional y los impactos locales.

6. PRINCIPALES REFERENTES TEÓRICOS Y CONCEPTUALES

En Boyacá las vulnerabilidades ambientales son múltiples y se asocian principalmente con la calidad de los suelos del departamento, la erosión y su sobre explotación en el sector de la agricultura, así como la sub utilización del recurso en áreas con potencialidades de aprovechamiento. Igualmente, la oferta de agua para actividades de producción agrícola juega un papel fundamental en la agenda ambiental territorial; la disponibilidad de este recurso asociado principalmente a actividades extractivistas como la explotación minera y la ganadería extensiva, ocasiona consecuencias negativas importantes frente a la oferta ambiental departamental que afectan a la región en términos sociales y económicos.

El 90% de la de la producción de papa a nivel nacional para el año 2018 se centró en cuatro departamentos: Cundinamarca (37%), Boyacá (27%), Nariño (20%) y Antioquia (6%), el 27% representa aproximadamente unas 726.457 toneladas que aportan a gran escala en el abastecimiento del producto a nivel nacional (El Diario Boyacá, 2018).

Para el periodo 2006 – 2009 el número de eventos hidrometeorológicos pasó de 4.286 a 8.504 con una proyección de aumento de 2.6 veces el número de eventos ocurridos impactando a una gran cantidad de familias con incrementos de 1.5 veces pasando de 4.4 millones a 6.4 millones (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

Según (Costa, 2007, pág. 76), se estima que para el año 2050 haya desaparecido el área glaciaria del país y se haya presentado una degradación del 60% del área de páramos, así mismo se estiman variaciones en los niveles del mar por cambios abruptos en las precipitaciones tanto del pacífico colombiano como de la cuenca del caribe.

La agricultura depende del régimen de lluvias y comportamientos de temperaturas estables, en caso de presentarse sequías, inundaciones o deslizamientos los terrenos cultivables son los más afectados impactando principalmente a los pequeños productores quienes a su vez deben afrontar el problema de la proliferación de plagas y enfermedades y cambios en los ciclos vegetativos (FONADE; DANE, 2013).

7. RESULTADOS

A partir de la información analizada y de las diferentes fuentes de información encontradas sobre el cambio climático y la producción agrícola en Colombia se resaltaron avances importantes frente a la mitigación y adaptación que ha adelantado el país a nivel regional y nacional, que, si bien representan un pequeño paso frente a los impactos ya materializados, son garantía de la voluntad política para hacer frente a este tema tan complejo.

En materia de producción agrícola en general, Colombia ha establecido las siguientes medidas estratégicas:

Fortalecer la gestión de la investigación y la transferencia del conocimiento.

Fortalecer la gestión del riesgo.

Mejorar el uso del territorio como estrategia para disminuir la vulnerabilidad.

Reducir los impactos ambientales, económicos y sociales.

Mejorar la capacidad de adaptación de las comunidades más vulnerables.

Valorar y proteger la base productiva a partir de los bienes y servicios de la biodiversidad.

En gestión del cambio climático ha logrado la formulación de distintos documentos estratégicos intersectoriales:

La Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC).

Estrategia Nacional REDD+.

Red Interinstitucional de Cambio.

Climático y Seguridad Alimentaria (Ricclisa).

Mesa Nacional de Educación, Formación y Sensibilización de Públicos sobre cambio climático.

Programa Piloto Nacional Integrado de Adaptación para Ecosistemas de Alta Montaña, Islas del Caribe Colombiano y Salud Humana (INAP) y Programa Conjunto de Integración de Ecosistemas y Cambio Climático en el Macizo Colombiano.

8. CONCLUSIONES

Uno de los factores más importantes a destacar es la falta de estudios técnicos a nivel nacional e inclusive a nivel latinoamericano que contemple las variables ambientales de la producción de papa más allá de la caracterización general y aborde una mirada integral los factores ambientales que pueden incidir en la óptima producción del tubérculo, esto abre una brecha entre los avances y acciones de gestión representativa en materia de uso del suelo y la seguridad alimentaria nacional, que deben ser abordados conjuntamente en el marco del Plan Nacional de Adaptación y Mitigación frente al Cambio Climático.

La identificación de conflictos ambientales en los diferentes sectores de la economía del departamento de Boyacá, son fundamentales para lograr identificar los puntos álgidos que afectan la producción agrícola del departamento y que a su vez se convierten en factores incidentes en el cambio climático debido a la mala utilización de los recursos naturales, sus medidas de protección ambientales incipientes y la progresiva invasión de ecosistemas de páramo para producción de papa, limitando cada vez más la capacidad de resiliencia del territorio frente a variables climáticas en aumento.

Los mayores afectados con los impactos del cambio climático son los pequeños productores, quienes resienten los impactos del estrés hídrico, los cambios de temperatura, la reducción en la cantidad y calidad de nutrientes del suelo que impacta directamente los rendimientos de cultivos, si bien para el caso de la papa no se ven reflejadas cifras de reducción alarmantes, el desarrollo en la última década ha sido bastante limitado sin que ello haya detenido la invasión de ecosistemas estratégicos para

la producción de agua como el páramo o zonas de reserva forestal agudizando el problema y alterando las condiciones de calidad de vida de la población campesina.

La necesidad del departamento de Boyacá de consolidar a corto plazo el Plan de Integral de Gestión del cambio climático es imperativa ya que a través de la construcción de dicho documento es posible hacer la articulación de herramientas que garanticen medidas adaptativas concretas para mejorar las condiciones del sector agrícola orientada a una producción de cultivos eficiente y resiliente a los impactos cada vez más grandes de la variabilidad climática producto del cambio climático.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CORPOBOYACÁ. (2009). Plan de Gestión Ambiental Regional - PGAR. Pag. 54-56. Tunja. Obtenido de <http://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2015/10/pgar-final.pdf>

Corpoica. (2000). Manejo integrado del cultivo de la papa. Pág. 52-61. Tibaitatá: Produmedios.

Costa, P. C. (2007). La adaptación al cambio climático en Colombia. Revista de ingeniería Universidad de los Andes, Pág. 76. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n26/n26a10.pdf>

FAO. (2018b). Cambio climático y seguridad alimentaria y nutricional América Latina y el Caribe. Pág. 8-9. Chile. doi:<http://www.fao.org/3/I8014ES/i8014es.pdf>

ONADE; DANE. (2013). Efectos del cambio climático en la producción y rendimiento de cultivos por sectores. Pág. 6-8, 27-28. Bogotá, Colombia. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Efectos+del+Cambio+Climatico+en+la+agricultura.pdf/3b209fae-f078-4823-afa0-1679224a5e85>

IDEAM, PNUD, MADS, DNP, Cancillería,. (2017). Tercera Comunicación Nacional de Colombia a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Bogotá, Colombia. Obtenido de http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023731/TCNCC_COLOMBIA_CMNUCC_2017_2.pdf

Montaldo, Á. (1986). *Cultivo y mejoramiento de la papa*. (M. De la Cruz, & F. De la Torre, Edits.) San José: Instituto interamericano de cooperación para la agricultura.

Rodríguez, B. M., Mance, H., Barrera, R. X., & García, A. C. (2015). Cambio climático: lo que está en juego. Pág. 13-16, 28-39. Bogotá, Colombia: Universidad de los Andes.
Obtenido de <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/kolumbien/12047.pdf>