

ESTADO DEL ARTE DEL DISTRITO DE RIEGO ALTO CHICAMOCHA

**ARDILA SARMIENTO CARLOS ANDRES
GOMEZ CRUZ NESTOR IVAN**

**UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
FACULTA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ
2017**

ESTADO DEL ARTE DEL DISTRITO DE RIEGO ALTO CHICAMOCHA

**ARDILA SARMIENTO CARLOS ANDRES
GOMEZ CRUZ NESTOR IVAN**

**Monografía documental como requisito del Diplomado profundización
en Hidrotecnia para optar al título de Ingeniería Civil**

**Asesor disciplinar
Ing. Alberto Sánchez de la Calle**

**Asesor metodológico
Lic. Roy Morales Pérez**

**UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
FACULTA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ
2017**

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCCIÓN | 5 |
| 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. | 6 |
| 2. OBJETIVOS..... | 8 |
| 3. JUSTIFICACIÓN | 9 |
| 4. METODOLOGÍA..... | 11 |
| 5. DESARROLLO..... | 13 |
| 5.1. GENERALIDADES. | 13 |
| 5.2. DISTRITO DE RIEGO ALTO CHICAMOCHA..... | 16 |
| 5.3. ECONOMÍA..... | 20 |
| 5.4. AMBIENTAL | 24 |
| 5.5. TECNOLOGÍA..... | 27 |
| 6. CONCLUSIONES..... | 29 |
| 7. REFERENCIAS | 31 |

TABLA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Esquema general de una estación de riego de alta frecuencia..... | 15 |
| Figura 2. Esquema común de un sistema de riego de alta frecuencia..... | 16 |
| Figura 3. Localización distrito de riego Alto Chicamocha..... | 17 |
| Figura 5. Clasificación de predios..... | 21 |
| Figura 6. Distribución de cultivos por porcentajes..... | 23 |

TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Información de estaciones del distrito de riego Alto Chicamocha..... | 18 |
| Tabla 2. Datos técnicos distrito Alto Chicamocha..... | 19 |
| Tabla 3. Estructura del distrito de riego..... | 20 |
| Tabla 4. Superficie y producción agrícola..... | 24 |

INTRODUCCIÓN

El potencial de suelos en la producción agropecuaria es elevado, se evidencia que a nivel mundial la agricultura con riego corresponde al 19% del área cultivada lo que representa aproximadamente 250 millones de hectáreas de un total 1.327 millones de hectáreas cultivadas, es por ello que la adecuación de tierras es un factor importante en la seguridad alimentaria y en la producción competitiva.

En el caso de Colombia se cuenta con un potencial de suelos aptos para el riego correspondiente a 11.855.513 hectáreas para riego que representan el 10,4% de los suelos con potencial agropecuario, asimismo se posee 3.884.349 hectáreas con potencial para drenaje que representan el 3,4 %. Además se sabe que Colombia tiene una disponibilidad del recurso hídrico debido a su ubicación geográfica, sin embargo las actividades socioeconómicas se encuentran localizadas en sectores de baja oferta hídrica. Es importante mencionar que para la producción de cultivos permanentes y anuales sea buena, se requiere del riego, por lo cual los distritos de riego cumplen con la función de suministrar agua a los cultivos, en el momento necesario, humedeciendo el suelo hasta la profundidad requerida por el cultivo, de no ser así, se produce una reducción en el rendimiento que a su vez afecta el desarrollo económico, sin olvidar que un sistema de riego implica costos de instalación, operación y mantenimiento.

En el país hay en total 731 distritos de riego y drenaje, que fueron construidos para incentivar y aumentar la producción agrícola desde los años sesenta, en el departamento de Boyacá se encuentra localizado el distrito de riego Alto Chicamocha en la parte alta de la cuenca del río Chicamocha, que comprende áreas de los municipios de Paipa, Duitama, Sogamoso, Nobsa, Pesca, Firavitoba, Santa Rosa de Viterbo y Tibasosa. El distrito actualmente se encuentra dividido por trece unidades, que están conformadas por diez unidades de riego y tres unidades drenaje con un área total neta de 9223,9 ha correspondiente a 8010 predios, beneficiando 6063 usuarios.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El distrito de riego Alto del Chicamocha tiene como fuente abastecedora de agua el río Tuta y el río Chulo, afluentes del río Chicamocha, en los municipios de Paipa, Duitama, Tibasosa, Nobsa, Sogamoso y Santa Rosa de Viterbo, cuyos suelos y climas se caracterizan por ser favorables para el desarrollo agropecuario, donde predominan los cultivos de cebolla, repollo, papa, alverja, frijol, maíz, lechuga, brocoli, zanahoria, remolacha, espinaca, frutales de clima frio y pastos, entre otros.¹

Según el informe sobre vertimientos hídricos en la cuenca Chicamocha presentado por la CAR, la cuenca es el punto de descarga de aguas de origen industrial y doméstico que en su gran mayoría no presentan ningún tratamiento.

Es importante destacar que los ríos Tuta y Sotaquirá transportan las aguas residuales de sus municipios y el río Chiticuy, transporta las aguas residuales de Santa Rosa de Viterbo y también parte de aguas residuales del municipio de Duitama; por otra parte aguas arriba, se reciben vertimientos puntuales procedentes de los canales Nobsa y Vargas, con cargas contaminantes muy elevadas.²

Según los programas de monitoreo realizados entre los años 2005 y 2007, en el tramo de confluencia con el canal Vargas, se observaron indicadores de contaminación, registrándose valores de coliformes totales de alrededor de 1.4 E+6 NMP/100 ml (Decreto 1594: valor aceptado de coliformes totales 20.000 microorganismos/100 ml.), lo cual se debe a la alta carga de vertimiento de agua de origen doméstico, esta agua se destina a usos como regadío de pastos para levante de ganado, hortalizas y otros cultivos, por lo cual la presencia de patógenos y sustancias tóxicas, son una amenaza a la salud pública, debido al consumo de hortalizas regadas con aguas altamente contaminadas, lo que representa un riesgo para las poblaciones tanto local como distante, en función de indicadores epidemiológicos.³

Con base a lo anterior, se pretende exponer la problemática que presenta el distrito de riego, con el fin de explicar y analizar la situación actual desde los

¹ UNIDAD DE PLANEACIÓN RURAL AGROPECUARIA. Ordenamiento productivo. [En Línea]. [Citado 27 de junio de 2017]. Recuperado de: <<http://upra.gov.co/SIPRA/>>

² CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE BOYACÁ. Línea base de calidad implementación tasas retributivas por vertimientos hídricos puntuales cuenca alta del río Chicamocha (2009). [En línea]. [Citado 27 de junio de 2017]. Recuperado de: << http://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2016/08/Linea_base_de_calidad_Chicamocha.pdf>>.

³ Ibid, pag 6.

puntos más relevantes que actúan en el sistema de riego, como: ambiental, económico y tecnológico.

2. OBJETIVOS.

2.1. OBJETIVO GENERAL.

Describir a partir de información documental, la situación actual del distrito de riego Alto Chicamocha.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Consultar información de fuentes documentales secundarias sobre el distrito de riego Alto Chicamocha.
- Identificar las condiciones actuales del distrito de riego, a partir de los componentes económico, ambiental e infraestructura tecnológica.
- Analizar el impacto generado en la población y en el desarrollo de la región.

3. JUSTIFICACIÓN

En el distrito de riego del Alto Chicamocha los cultivos dominantes son hortalizas de forma asociada o en monocultivo como cebolla, papa, feijoa, entre otros. Las aguas para tal fin son extraídas de la cuenca del Chicamocha, el cual se encuentra altamente contaminado debido a la falta de control de la autoridad ambiental sobre los vertimientos de actividades industriales y domésticas directa e indirectamente, por ejemplo, los municipios de Duitama, Sogamoso y Santa Rosa, vierten las aguas residuales a los ríos que desembocan en el Chicamocha, es por ello que el uso en riego de pastos y cultivos es una constante amenaza a la salud pública, en vista del desarrollo de enfermedades de índoles respiratorio y digestivo.⁴

El sector agrícola se ve afectado por el deterioro en la producción de frutas y hortalizas a consecuencia de la falta de asistencia técnica, lo que desestimula el cultivo y de esta manera disminuye las oportunidades empleo y los niveles de productividad, por el agotamiento de nutrientes en los suelos agrícolas que afecta directamente la economía local por los bajos ingresos de los productores, a lo anterior, se suma el uso indiscriminado de productos químicos en el proceso de fertilización para incrementar el rendimiento de los cultivos, lo cual no posee ningún tipo de control en las mezclas y dosificaciones, además del uso intensivo de pesticidas para combatir las plagas, sin tener en cuenta que gran parte de estos tóxicos, llegan a las corrientes por escorrentía causando contaminación hídrica . Cabe destacar que se ha evidenciado la tendencia creciente de cambiar las actividades agrícolas por las prácticas ganaderas, convirtiéndose en la actividad principal de explotación en el distrito, lo cual corresponde al 82 % del área total.⁵

En algunos sectores de la cuenca alta del río Chicamocha es posible encontrar problemas de desertificación, donde las zonas más afectadas por este proceso es la región destinada a la producción de alimentos, debido a los cultivos intensivos es decir, al sobrelaboreo, el mal manejo de los sistemas de riego y el de los suelos, sumado a los proceso acelerados de erosión por actividades humanas como tala de bosques y explotaciones mineras, donde es evidente la presencia de

⁴ CORPOBOYACÁ, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA. Plan de ordenación y manejo ambiental de la cuenca alta del río Chicamocha capítulo I. (2006). [En línea]. [Citado 31 de julio de 2017]. Recuperado de: << <http://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2015/11/diagnostico-capitulo1-pomca-chicamocha.pdf>>>.

⁵ Ibid, pag 8.

hundimientos, escalonamientos y pérdida de la cobertura vegetal, así mismo procesos de variabilidad climática como por ejemplo época de sequías.⁶

⁶ Ibid, pag 8.

4. METODOLOGÍA

4.1. MÉTODOS DE BÚSQUEDA Y RECUPERACIÓN DOCUMENTAL

Dentro de las bases de datos consultadas están: Scielo, Redalyc, Engineering Village y Sciencedirect, en las cuales se utilizaron los descriptores "distrito de riego" AND "Chicamocha", "Chicamocha" AND "irrigation district"; en las bases de datos Scielo y Engineering Village, no se encontró información correspondiente al tema. Por otra parte, dentro de los repositorios consultados se encuentran: Universidad Militar, Universidad Nacional, Universidad de Los Andes, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia y Universidad La Gran Colombia, en los cuales se utilizaron los descriptores "distrito de riego" AND "Chicamocha", "Chicamocha" AND "irrigation district", en el repositorio de la Universidad de Los Andes y Universidad La Gran Colombia, no se encontró información pertinente al tema. Además se realizó la búsqueda en Google, donde se halló la página Usochicamocha.

De esta búsqueda se recuperaron aproximadamente 43 documentos.

4.2. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN DOCUMENTAL

Dentro de los criterios de selección de la información, se tomó un período de tiempo en el rango 2000-2016, para compilar información actualizada sobre el tema, además del total de documentos recuperados, se seleccionaron 18 documentos, los cuales proveen información pertinente al tema en las categorías de análisis.

4.3. CATEGORÍAS DE ANÁLISIS

De acuerdo a la información encontrada sobre la situación actual del distrito de riego del Alto del Chicamocha, las categorías de información fueron:

- Economía. Describe el impacto económico en el sector debido a la producción hortícola.
- Medio ambiente. Describe el impacto ambiental en el sector, debido a la contaminación del agua, desarrollo de cultivos y fenómeno de inundación.

- Tecnología e infraestructura. Tecnologías implementadas en los últimos años en el distrito de riego para mejoramiento de su eficiencia, además de describir el sistema de riego y drenaje.

5. DESARROLLO

5.1. GENERALIDADES.

5.1.1. Distrito de riego

Un distrito de riego es la zona geográfica donde se mantiene un servicio continuo de irrigación y drenaje, a través de obras de infraestructura como: plantas de bombeo, pozos, canales entre otros, con el fin de transportar y distribuir el agua de forma eficiente. El sistema de distribución está conformado por una red de canales, en donde los tramos principales parten de las obras de captación de los cuales los canales laterales y secundarios, derivándose posteriormente en canales sublaterales o terciarios, y así en un proceso continuo hasta llegar a las acequias, que son aquellos canales pequeños que conducen el agua de riego hasta los sistemas de riego por gravedad.⁷

En los sistemas de riego se destacan tres tipos de obras, las cuales son de captación y/o almacenamiento, de conducción y de distribución. En el caso de captación y/o almacenamiento, estructura diseñada para captar y derivar el agua de la fuente abastecedora, en dirección al sistema de riego, está conformada por el muro de presa, que es un obstáculo construido a lo ancho de la fuente de abastecimiento y su función es elevar el nivel del agua, para luego dirigirla hacia la estructura de derivación, la cual consta de rejillas que restringen el paso de material flotante y sedimento grueso.

Si el sistema de captación es con suministro de agua subterránea, se requieren pozos con sistemas de bombeo, para extraer los caudales necesarios. Por otro lado, se encuentra el desarenador, que es una estructura que tiene como objetivo separar las partículas granulares “arenas finas”, que trae el agua transportada, está conformado por varias cámaras con el fin de disminuir la velocidad del flujo, para lograr que los sedimentos se depositen en el fondo de la cámara, los cuales son retirados por medios mecánicos como dragas flotantes, paladragas o medios hidráulicos, en donde los sedimentos son regresados nuevamente a la fuente de suministro.⁸

⁷ CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL. Distritos de riego car equilibrio entre productividad y ambiente(2010). [En línea]. [Citado 03 de julio de 2017]. Disponible en internet: <<https://www.car.gov.co/index.php?idcategoria=18870&download=Y>>>

⁸ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Guía ambiental para la construcción y operación de proyectos de adecuación de tierras distritos de riego y/o drenaje (2003). [En línea]. [Citado 03 de julio de 2017]. Disponible en internet: <<https://codechoco.gov.co/portal/archivos/guias/Guiariesgodrenaje.pdf>>

En el caso de la conducción, se trata de un sistema que tiene como función el transporte del agua desde la salida del desarenador a través de canales o tuberías, hasta la red de canales secundarios o terciarios y de ahí, hasta los predios junto a sifones, túneles, puentes, válvulas de corte, válvulas de purga, cámaras de quiebre y obras complementarias como carretables de operación, mantenimiento y accesos. En el caso de la distribución predial dentro de las fincas existe una red de canales o tuberías que tiene como función, entregar los caudales requeridos por gravedad o presurizado, para que de esta manera se riegue los diferentes lotes de acuerdo al plan de cultivos de cada usuario.⁹

En forma paralela al riego, se debe pensar en el sistema de drenaje, para evacuar las aguas lluvias o sobrantes del riego, mediante la construcción de canales en tierra o tuberías perforadas, las cuales devuelven el agua a las fuentes.¹⁰

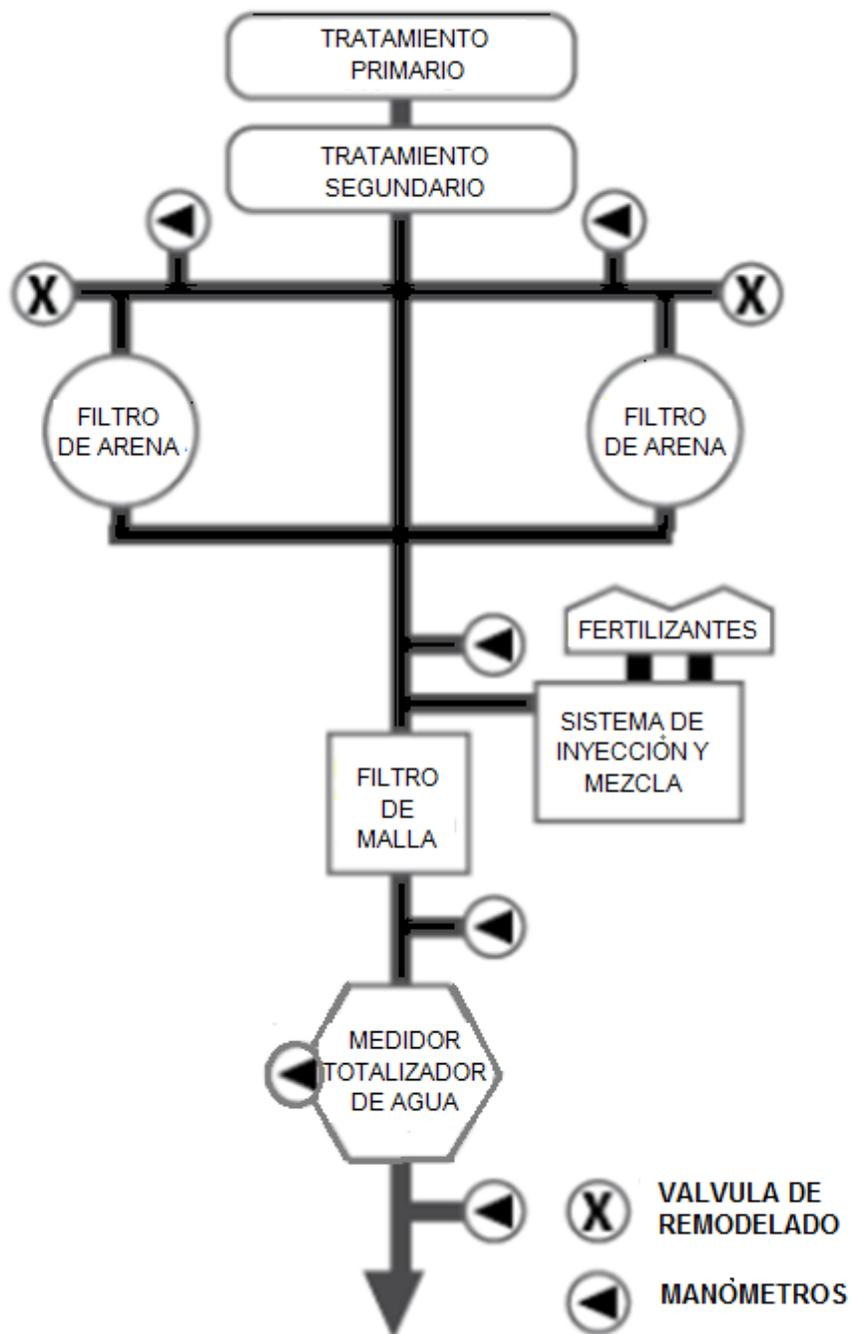
Dentro de los sistemas de riego, se encuentra el riego por aspersión que tiene como característica, el manejo de elementos de una forma adecuada, tales como: la disposición del sistema en campo, diseño hidráulico, traslapes, precipitación de los emisores. Por otro lado hay factores que no son observables, los cuales se manejan de forma inadecuada tales como: el momento requerido para el riego, la disponibilidad del recurso hídrico, el estado de desarrollo de la planta y la programación del riego.¹¹

⁹ Ibid, P. 11

¹⁰ Ibid, P. 11

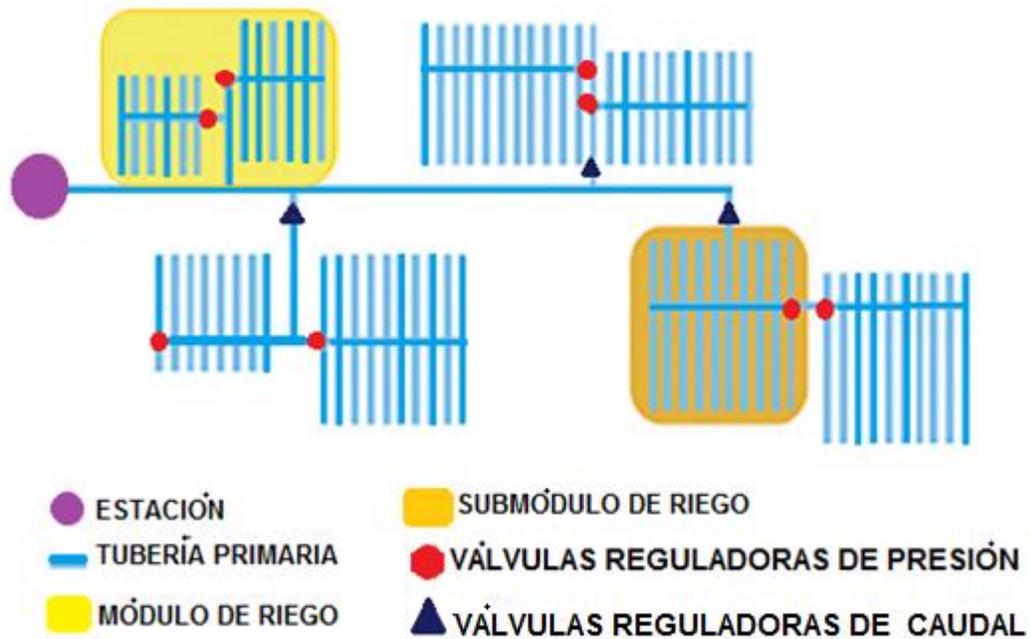
¹¹ UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA. Historia de los distritos de riego en Colombia. [Citado 03 de julio de 2017]. Disponible en internet: <<
<http://virtualidad.ugc.edu.co/mod/book/view.php?id=95433>>>

Figura 1. Esquema general de una estación de riego de alta frecuencia.



Fuente: http://virtualidad.ugc.edu.co/pluginfile.php/119826/mod_book/chapter/1775/o_463469fa2de2ee26001.png

Figura 2. Esquema común de un sistema de riego de alta frecuencia.



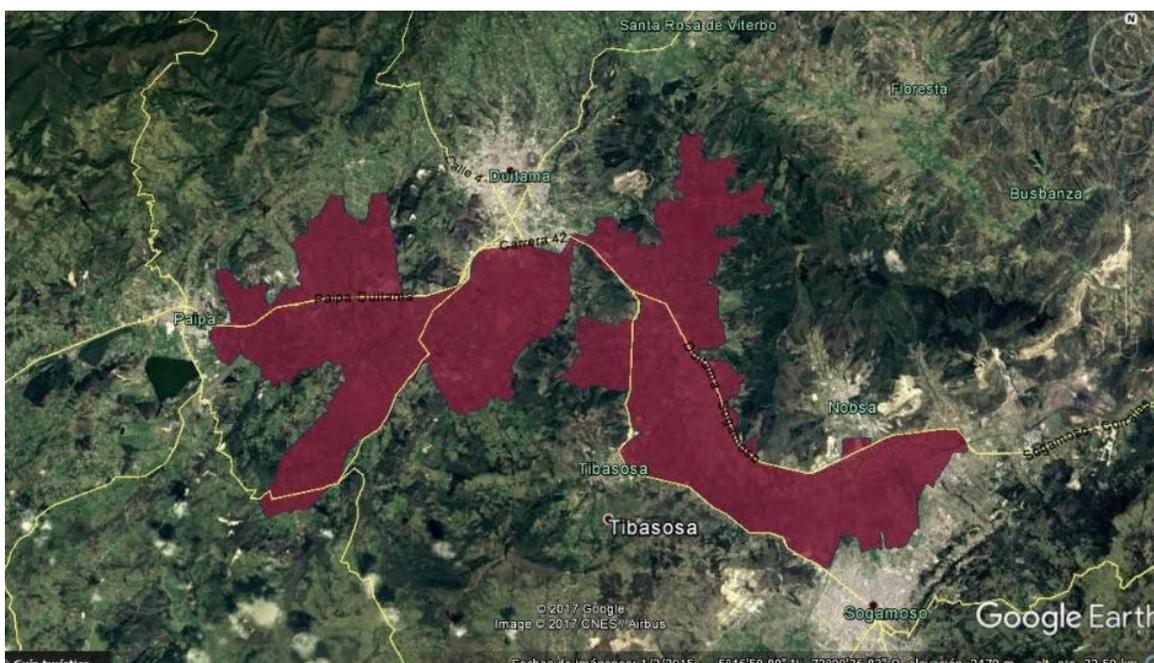
Fuente:<http://virtualidad.ugc.edu.co/mod/book/view.php?id=95435&chapterid=1773>

5.2. DISTRITO DE RIEGO ALTO CHICAMOCHA.

El distrito de riego está ubicado en la cuenca alta de río Chicamocha en el departamento de Boyacá, conformado por áreas de los municipios de Paipa, Duitama, Tibasosa, Nobsa, Sogamoso, Santa Rosa de Viterbo y Firavitoba, zonas de uso de suelo agrícola que corresponde al 18% y ganadero que corresponde al 82%, representado por 3200 hectáreas¹². Los principales cultivos son: cebolla, repollo, papa, alverja, frijol, maíz, lechuga, brocoli, zanahoria, remolacha, espinaca, frutales de clima frío y pastos, entre otros.

¹² UNIDAD DE PLANEACIÓN RURAL AGROPECUARIA. Ordenamiento productivo. [En Línea]. [Citado 27 de junio de 2017]. Recuperado de: << <http://upra.gov.co/SIPRA/> >>

Figura 3. Localización distrito de riego Alto Chicamocha.



Fuente: Google Earth. Recuperado en agosto 2 de 2017.

El sistema de riego del Alto del Chicamocha es automatizado por aspersión¹³, cuenta con 300 km de tubería para la conducción y distribución del agua extraída del río Chicamocha, conformado por 11 unidades de riego, presas derivadoras y estaciones de bombeo con su respectivo equipo de bombeo conectado en paralelo cuya capacidad es de 380 m³/h, a razón de 2,15 m³/ha/hr de riego, excepto en la unidad de San Rafael la cual es de 3 m³/ha/hr.

La operación general de las estaciones de bombeo es totalmente automática, esto se logra por medio de un sistema electrónico de supervisión. Los principales parámetros para el control de la estación, tales como caudal, presión, R.P.M. y motores funcionando, son enviados por vía radio al centro de control. Todos los datos son recibidos en el centro de control por un conversor de protocolos, que los convierte y los transmite a los computadores que se encuentran destinados para tal fin. Desde el centro de control se puede prender o apagar los aspersores.

Además de un sistema de monitoreo de las estaciones, se encuentra instalado un sistema para la recolección de consumos de cada una de las válvulas de campo, este sistema funciona a través de un computador especializado para riego llamado Irrimet. El ordenador recibe información de cada una de las válvulas mediante una

¹³ USOCHCAMOCHA[En Línea]. [Citado 3 de julio de 2017]. Disponible en internet: <<
http://www.usochicamocha.com.co/quienes_somos.php>>

tarjeta electrónica llamada RTU registrando los pulsos correspondientes a los consumos de cada predio. La tarjeta RTU está conectada con el Irrimet a través de un cable, que se encuentra instalado paralelo a la tubería principal. Este cable lleva la información al Irrimet y el cual a su vez la transmite vía radio al centro de control. Los consumos son recolectados en los computadores del centro de control y procesados para ser guardados en un archivo, el cual se lleva al programa de facturación que se encarga de realizar los recibos para el cobro. En caso de fugas graves o inundaciones a predios, se procede a cerrar las válvulas de control desde el centro de control maestro, evitando así posibles daños a los cultivos

El sistema de drenaje cuenta con una red principal y una secundaria, con 240 km de canales y ríos, que vierten las aguas al río Chicamocha en el sector de Puente de Reyes, está conformada por dos pasos subfluviales en el sector Puente Balsa y Puerto Arepas, en el canal de Vargas y en el canal Cucho respectivamente, además de estructuras de control de nivel por bombeo fijo en los sectores de Cucho, El Chorrillo y Ayaldas, además cuenta con dos embalses para la regulación de caudal en épocas climáticas.

Las estaciones se dividen en, estaciones de riego y drenaje o solamente drenajes, las cuales están distribuidas de la siguiente forma:

Tabla 1. Información de estaciones del distrito de riego Alto Chicamocha

| ESTACIÓN | DESCRIPCIÓN |
|--|----------------------------|
| Estación Ayaldas (Riego+Drenaje) | Área Cobertura: 758,2 ha |
| | Número de predios: 281 |
| | Número de Bombas: 5 |
| Estación Holanda (Riego+Drenaje) | Área Cobertura: 543,52 ha |
| | Número de predios: 265 |
| | Número de Bombas: 4 |
| Estación Pantano de Vargas (Riego+Drenaje) | Área Cobertura: 695,59 has |
| | Número de predios: 399 |
| | Número de Bombas: 5 |
| Estación Tibasosa (Riego+Drenaje) | Área Cobertura: 551,63 ha |
| | Número de predios: 446 |
| | Número de Bombas: 4 |
| Estación Monquirá (Riego+Drenaje) | Área Cobertura: 511,59 ha |
| | Número de predios: 951 |
| | Número de Bombas: 4 |
| Estación Cucho (Riego+Drenaje) | Área Cobertura: 556,07 ha |
| | Número de predios: 352 |
| | Número de Bombas: 3 |

| ESTACIÓN | DESCRIPCIÓN |
|--|----------------------------|
| Estación Duitama (Riego+Drenaje) | Área Cobertura: 669,82 ha |
| | Número de predios: 347 |
| | Número de Bombas: 4 |
| Estación Las Vueltas (Riego+Drenaje) | Área Cobertura: 319,29 ha |
| | Número de predios: 247 |
| | Número de Bombas: 3 |
| Estación Ministerio (Riego+Drenaje) | Área Cobertura: 626,09 ha |
| | Número de predios: 582 |
| | Número de Bombas: 4 |
| Estación Surba (Riego+Drenaje) | Área Cobertura: 453,62 ha |
| | Número de predios: 305 |
| | Número de Bombas: 4 |
| Estación San Rafael (Riego+Drenaje) | Área Cobertura: 711,50 ha |
| | Número de predios: 896 |
| | Número de Bombas: 6 |
| Unidad Nobsa (Drenaje) | Área Cobertura: 456,64 ha |
| | Número de predios: 882 |
| Unidad Sogamoso y Firavitoba (Drenaje) | Área Cobertura: 2490,28 ha |
| | Número de predios: 2.957 |

Fuente: http://www.usochicamochoa.com.co/quienes_somos.php

Los principales componentes del distrito son: presa derivadora, estaciones de bombeo, líneas de aducción, red de conducción, adecuación predial y obras complementarias. Las características presentan de los datos técnicos del distrito Alto Chicamochoa se relacionan a continuación.

Tabla 2. Datos técnicos distrito Alto Chicamochoa

| Datos técnicos Características principales | |
|--|---|
| Área total | 11.300 ha |
| Área neta | 5.748 ha |
| Presa derivadora y bocatoma (una por cada unidad de riego) | 9 |
| Estaciones de bombeo (cada una compuesta por 2 o más bombas centrifugas) | 10 |
| Especificaciones técnicas generales de las bombas | 380 m ³ /h 200 HP 90 m.c.a |

| Líneas de aducción | |
|--|---------------------------------------|
| Tuberías en concreto reforzado L;50 m (usadas en 3 unidades de riego) | |
| Canales abiertos: sección trapezoidal L: 5,3 km (usadas en 6 unidades de riego) | |
| Red de conducción | |
| Tuberías de PVC RDE 32.5. PVC RDE 32.5 pipes | Ø:1"-20" L: 313.4 km |
| Adecuación predial: | Aspersión y por goteo |
| Obras complementarias | |
| Subestación eléctrica Línea de alimentación | 500-1250 kVA 34.5 kV L: 14.2 km |
| Automatización: | PLCs |

Fuente:

http://www.inarasociados.com/index.php?option=com_content&view=article&id=38&Itemid=171&lang=es

5.3. ECONOMÍA

El distrito actualmente se encuentra dividido por trece unidades, que están conformadas por diez unidades de riego y tres unidades drenaje. Como se evidencia en la figura 4 se cuenta con un área neta de 9223,9 ha que corresponde a 8010 predios y beneficia 6063 usuarios.

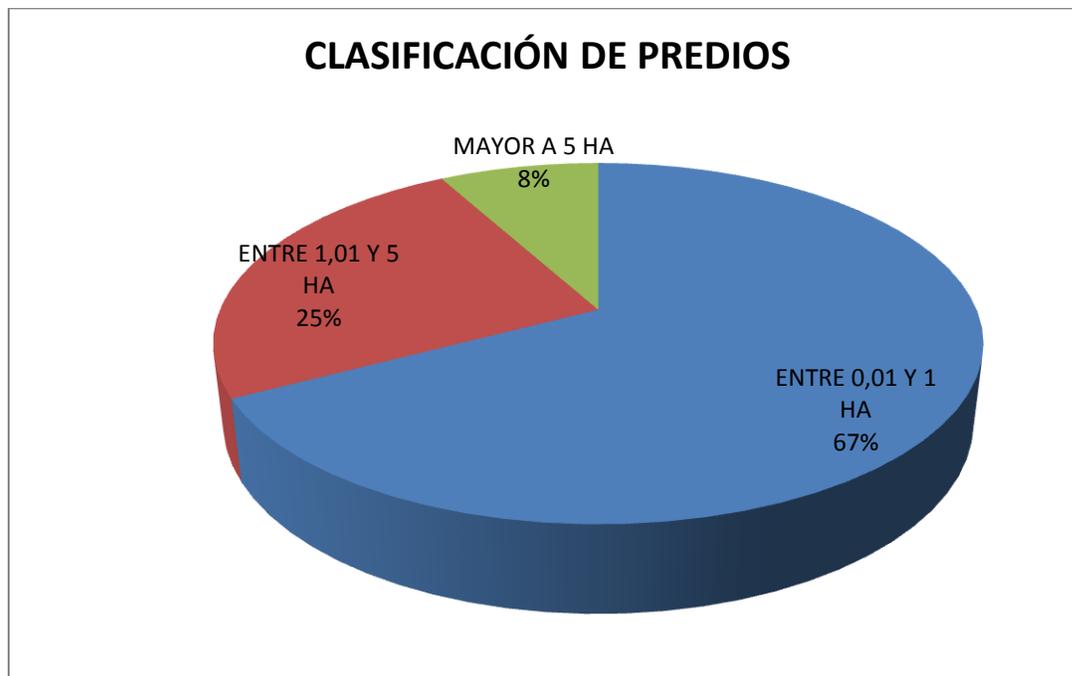
Tabla 3. Estructura del distrito de riego.

| UNIDAD | CON RIEGO | | | CON DRENAJE | | | TOTAL | | |
|---------------------|----------------|-------------|-------------|----------------|-------------|-------------|----------------|-------------|-------------|
| | AREA (ha) | PREDIOS | USUARIOS | AREA (ha) | PREDIOS | USUARIOS | AREA (ha) | PREDIOS | USUARIOS |
| AYALAS | 613,89 | 200 | 162 | 139,93 | 50 | 45 | 753,82 | 250 | 207 |
| CUCHE | 372,53 | 270 | 181 | 207,25 | 62 | 51 | 579,78 | 332 | 232 |
| DUITAMA | 316,23 | 206 | 164 | 351,62 | 120 | 103 | 667,85 | 326 | 267 |
| HOLANDA | 340,72 | 176 | 141 | 167,65 | 51 | 43 | 508,37 | 227 | 184 |
| LAS VUELTAS | 219,12 | 158 | 122 | 87,9 | 46 | 41 | 307,02 | 204 | 163 |
| MINISTERIO | 372,62 | 371 | 279 | 240,85 | 150 | 124 | 613,47 | 521 | 403 |
| MONQUIRA | 246,66 | 389 | 287 | 248,32 | 472 | 338 | 494,98 | 861 | 625 |
| PANTANO DE VARGAS | 369,53 | 188 | 169 | 326,29 | 127 | 99 | 695,82 | 315 | 268 |
| SURBA | 309,1 | 209 | 179 | 97,34 | 56 | 43 | 406,44 | 265 | 222 |
| SAN RAFAEL | 722,82 | 689 | 599 | 0 | 0 | 0 | 722,82 | 689 | 599 |
| SOGAMOSO - FIROVITA | 0 | 0 | 0 | 2517,92 | 2786 | 1939 | 2517,92 | 2786 | 1939 |
| NOBSA | 0 | 0 | 0 | 474,88 | 877 | 620 | 474,88 | 877 | 620 |
| TIBASOSA | 0 | 0 | 0 | 480,72 | 357 | 334 | 480,72 | 357 | 334 |
| TOTALES | 3883,22 | 2856 | 2283 | 5340,67 | 5154 | 3780 | 9223,99 | 8010 | 6063 |

Fuente: INCODER

Los predios se clasifican según su tamaño, como se observa en la figura 5, los predios en el rango mayor a 5 ha le corresponde un total del 8 % con 183 usuarios, los cuales son considerados los grandes productores, pese a que no son mayoría en número de predios, el volumen que manejan permite una participación elevada en el mercado con una significativa producción, en el rango de 1,01 a 5 ha le corresponde un total de 25% con 564 usuarios, son considerados los productores pequeños quienes producen entre 15 y 100 toneladas por ciclo y su forma de trabajo es en asociación, aparcería o comúnmente llamado “en compañía” entre campesinos, que se refiere a cuando el propietario de la tierra prepara el terreno, compra la semilla y el fertilizante en el ciclo productivo y el asociado, quien es el pequeño productor, se encarga de ofrecer la mano de obra y los insumos de cuidado fitosanitario del cultivo y finalmente, el mayor porcentaje que es 67 % corresponde a los predios en un rango de 0,01 a 1 ha, lo que refleja que el distrito de riego está conformado en su mayoría por predios de microfundio y minifundio , estos microproductores cuentan con producciones alrededor de 20 toneladas por ciclo, de igual manera trabajan como proveedores de mano de obra para los otros productores.

Figura 4. Clasificación de predios



Elaboración propia

La cuenca del río Chicamocha posee suelos cuya principal característica es la sulfatación y acidez, del área total, el 60% se ve afectado por este problema, por lo cual 2400 hectáreas presentan dificultad en el desarrollo del distrito de riego, en la recuperación del área utilizada en pastos para explotaciones agrícolas.

Por otra parte, según los productores el 79,4% cuenta con recursos propios para desarrollar la producción y el 37,1% se financia con crédito; algunos alternan los dos sistemas de financiación. Usochicamocha¹⁴ se ha constituido en la organización más importante, el 83,46% de los usuarios del proyecto se han visto beneficiados. Por otra parte, el 11,02% de los usuarios opina no haber recibido apoyo de ningún tipo de organización, mientras que un porcentaje relativamente pequeño de usuarios se ha acogido a los beneficios de algunos programas de organizaciones como Asofrucol, Futuro Verde y San Martín.

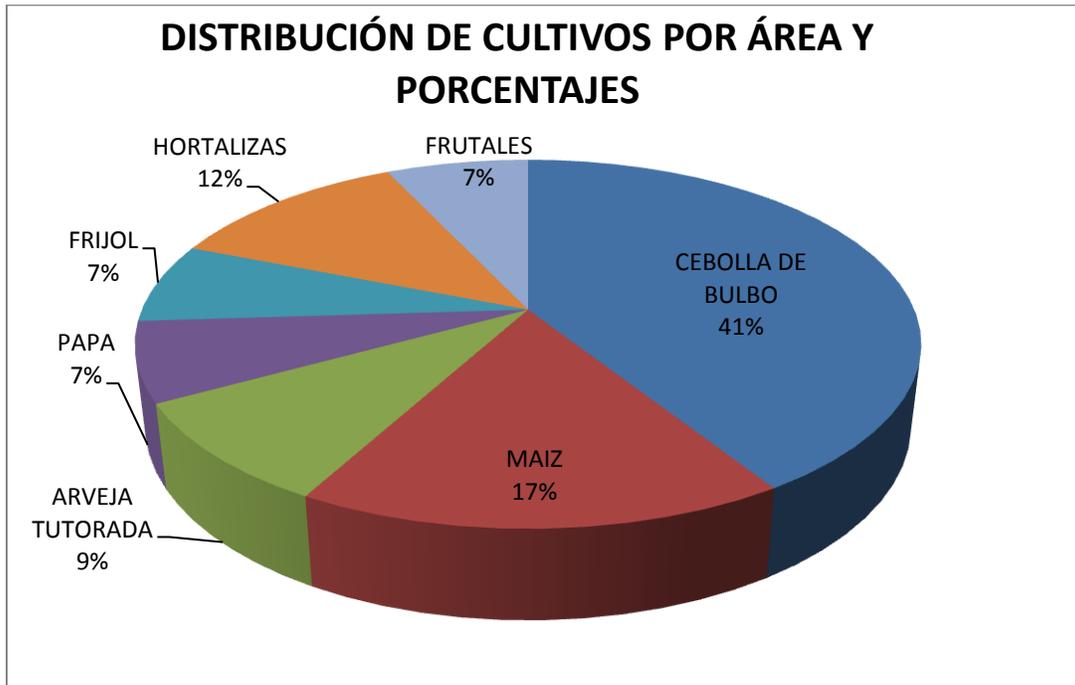
En el distrito de riego, la ganadería representa el 82 % del área total utilizada con 3200 hectáreas, lo cual constituye la actividad principal de explotación. La ganadería se maneja de forma semiintensiva, con una asistencia tecnificada de los pastos, donde predomina el kikuyo y los tréboles rojo y blanco, además el ganado predominante es de leche como el Holstein y Normando. Sin embargo ya que el microfundio y el minifundio ocupan el 67 %, implica una baja rentabilidad con respecto a las dificultades que implica la implementación de paquetes tecnológicos, pese a ello la ganadería de leche, que es la actividad predominante se convierte en una forma de subsistir sin grandes riesgos económicos. La comercialización de la leche está a cargo de las empresas pasteurizadoras de la región.

En la cuenca alta del río Chicamocha se clasifica zona ganadera a los sectores de Duitama, Sotaquirá, Firavitoba, Tibasosa e Iza, los cuales cuenta con un desarrollo tecnológico que ha favorecido el incremento de la ganadería de doble propósito.

La producción agrícola se caracteriza por la siembra de cultivos como: cebolla de bulbo, papa, hortalizas, entre otros.

¹⁴ USO CHICAMUCHA. [citado 3 julio, 2017], Disponible en internet: <<www.usochicamocha.com.co>>

Figura 5. Distribución de cultivos por porcentajes



Elaboración propia

Como se evidencia en la figura 6, el cultivo de cebolla de bulbo representa el mayor porcentaje con 41 % que corresponde a 287 ha, luego se encuentra el maíz con 17 % con un área de producción de 119 ha, en tercer lugar hortalizas como brócoli, coliflor, remolacha y repollo con 12 % con un área de 84 ha y en menores porcentajes se encuentra el frijol, papa, maíz, arveja y frutas.

La figura 7 muestra la producción agrícola por cultivo a nivel municipal, donde Sotaquirá es el municipio con mayor área de cultivo que corresponde a 2224 hectáreas, donde el 48,56 % está dedicado al cultivo de papa, con una producción de 19200 toneladas, en segundo lugar, Tibasosa con un área de 1008 hectáreas y el municipio con menos área es Nobsa que cuenta con 209 hectáreas.

Tabla 4. Superficie y producción agrícola

| CULTIVO | NOBSA | | SOTAQUIRA | | FIRAVITOBA | | TIBASOSA | |
|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|
| | AREA (ha) | PRODUC (ton) | AREA (ha) | PRODUC (ton) | AREA (ha) | PRODUC (ton) | AREA (ha) | PRODUC (ton) |
| Arveja | 13 | 20 | 23 | 92 | 100 | 60 | | |
| Cebada | 60 | 108 | | | 360 | 788 | 440 | 820 |
| Trigo | 13 | 18 | | | | | 60 | 57 |
| Papa | 31 | 38 | 1080 | 19200 | 340 | 4160 | 165 | 2040 |
| Frijol | | | 106 | 159 | 20 | 13 | 105 | 40 |
| Zanahoria | 9 | 135 | | | 5 | 60 | | |
| Repollo | 17 | 257 | | | 4 | 60 | 39 | 465 |
| Maíz | 66 | 99 | 898 | 2045 | 19 | 25 | 156 | 260 |
| Ciruela | | | 18 | 954 | | | | |
| Manzana | | | 8 | 169 | | | | |
| Pera | | | 45 | 1256 | | | | |
| Curuba | | | | | | | | |
| Feijoa | | | | | | | 17 | 28 |
| Durazno | | | 46 | 1257 | | | 26 | 150 |
| TOTAL | 209 | | 2224 | | 848 | | 1008 | |

Fuente: INCODER

5.4. AMBIENTAL

A través de las diferentes fuentes documentales consultadas, se pudo identificar que el distrito de riego del Alto Chicamocha, exhibe las siguientes problemáticas ambientales:

- **Suelos sulfatados debido a la degradación química**

Los suelos sulfatados desencadenan una de las mayores problemáticas ambientales que posee el distrito de riego. Según Castro¹⁵, los suelos en la cuenca alta del río Chicamocha, se ven afectados por una degradación química progresiva, debido a la acidificación que es consecuencia de la oxidación primaria de sulfuros de hierro y la generación de ácido sulfúrico, que se evidencia con la presencia de horizontes sulfúricos y acumulación de sales sulfatadas metálicas,

¹⁵ CASTRO, Hugo; GOMEZ, Manuel I; MUNEVAR, Oscar. Diagnóstico y control de la acidez en suelos sulfatados ácidos en el Distrito de riego del Alto Chicamocha (Boyacá) mediante pruebas de incubación.[En línea]. 2006. [citado 27 junio, 2017], Disponible en internet < <http://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/20013>>

que dan origen a zonas escaldadas. Sin embargo, según Bernal¹⁶, la degradación de estos suelos se debe a un manejo agronómico inadecuado, exposición a la contaminación industrial, urbana y a los fenómenos naturales como incendios y deslizamientos.

Como consecuencia de estos factores, ya sean naturales o antrópicos, se hace necesario realizar mejoramientos en los suelos con fertilizantes en su mayoría químicos, por lo cual sería una alternativa la utilización de fertilizantes de origen natural.

Se estima que el 60% del suelo en el distrito de riego Alto Chicamocha, posee características salinas y salino sódicas, como lo menciona Bermúdez¹⁷, lo cual afecta su capacidad o rendimientos de producción de manera gradual, reduciendo las características fisicoquímicas, convirtiéndose en un problema para el desarrollo agrario de la región.

- **Fenómenos naturales inundaciones por crecientes**

Las zonas bajas del distrito de riego se inundan con frecuencia, debido a deficiencias en el sistema de drenaje artificial y natural, acelerando los procesos de acidificación del suelo, como consecuencia de la escorrentía superficial y subsuperficial, siendo el medio de propagación de los químicos empleados para fumigar los cultivos¹⁸, generando ácido sulfúrico, formación de sales y desbalanceamientos nutricionales, causando en las plantas problemas de raquitismo y atrofia en su sistema radicular, que disminuye la absorción de agua y detiene el crecimiento.

La acidez se debe a materiales parentales ácidos, percolación alta a causa de pluviosidad excesiva y el uso de fertilizantes por periodos demasiados largos de tiempo, que reduce el rendimiento y producción del suelo, lo anterior, a causa de la dependencia a los fertilizantes y productos químicos, mal manejo de las aguas utilizadas en el riego de las plantas, las cuales son vertidas a los afluentes sin previo tratamiento.

¹⁶ BERNAL, Andrea A; MONTAÑO, Jenny C; SANCHEZ, Rosaura; ALBARRÁN, Yuri L; FORERO, Fabio E. Evaluación de materiales encañales y orgánicos sobre las bases intercambiables de un suelo sulfatado ácido en invernadero.[En línea]. 2014. [citado 27 junio, 2017], Disponible en internet < <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=BR2015C00132>>

¹⁷ BERMUDEZ, Lilia Teresa; PAEZ, Andrés Felipe; RODRIGUEZ, Luis Felipe. Impactos socioeconómicos y ambientales del Proyecto de Riego y Drenaje del Valle del Alto Chicamocha y Firavitoba, Boyacá (Colombia). [En línea]. 2010. [citado 27 junio, 2017], Disponible en internet < <http://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/18078>>

¹⁸ BERNAL. OP Cit. p. 17

- **Manejo agronómico inadecuado**

Los suelos del distrito de riego Alto Chicamocha, se ven afectados por el mal manejo agronómico, este problema surge de la falta de conocimiento por parte de los campesinos acerca de las buenas prácticas agrícolas. El mal manejo agronómico se puede resumir en las siguientes actividades:

- ✓ Uso de plaguicidas e insecticidas

En la actividad agrícola, el uso de insecticidas y plaguicidas es una obligación, debido a la necesidad de controlar las malezas en los cultivos, las enfermedades de las plantas y el efecto de las plagas en las cosechas. Entre los principales productos químicos utilizados se encuentran: Iorban, Furadan, Apache y Curacron, como lo menciona Martínez¹⁹, estos productos químicos están compuestos principalmente por organofosforados y carbonatos, los cuales son agentes tóxicos para el medio ambiente y para el ser humano, lo que puede causar problemas de tipo digestivo, respiratorio o cutáneo. Los plaguicidas o agroquímicos, son adsorbidos por la materia orgánica del suelo, luego es transmitido a las plantas, y a su vez a los insectos benéficos, afectando a los organismos y microorganismos del suelo, alterando el equilibrio dinámico, lo cual puede llegar a ser nocivo para los consumidores.

- ✓ Utilización de maquinaria pesada

La utilización de maquinaria pesada como el tractor para la labranza con arado de disco y surcadora, es un método tradicional empleado en la preparación del suelo de cultivo por parte de los campesinos, el cual trae consigo consecuencias en la compactación del suelo, incidiendo en la pérdida de humedad y en la destrucción de la estructura del suelo. El manejo inadecuado del suelo, también se debe a la falta de capacitación técnica de los campesinos, que generalmente, siempre han empleado métodos tradicionales para sus cultivos, sumado a la falta de recursos económicos para el empleo de nuevas tecnologías a implementar en el campo, aumentan a un más el problema.

¹⁹ MARTIÑEZ, Zulma. Identificación de alteraciones del suelos por la actividad agrícola debido a su uso inadecuado y la utilización de agroquímicos en la vereda Siatame municipio de Sogamoso departamento de Boyacá (2015). [En Línea]. [Citado 6 de agosto de 2017]. Disponible en internet: <<<http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/6432/1/Art%C3%ADculo%20Final%20ESP.%20PAMIRN.pdf>>>

5.5. TECNOLOGÍA

Los principales cambios tecnológicos en el distrito de riego Alto Chicamocha, se evidencian en la automatización del sistema de monitoreo, haciendo la operación general de las estaciones de bombeo automática, teniendo control sobre el caudal, la presión, R.P.M y funcionamiento de los motores, además de encender o pagar los aspersores cuando se es necesario. Adicionalmente al sistema de monitoreo, se encuentra instalado un sistema de recolección de información, que consta de una tarjeta electrónica llamada RTU, ubicada en las válvulas de campo, que funciona a través del sistema especializado llamado Irrimet, que está conformado por unidades de monocable instalado en paralelo a la tubería principal del sistema de riego, que se encarga de transmitir la información al centro de control, en donde los datos recolectados son procesados en un ordenador que se encarga de crear archivos, para la gestión de los planes de riego, para un mejor aprovechamiento del recurso hídrico.

Los planes de riego, se elaboran a partir de la información disponible, que incluye datos de coeficiente de los cultivos, informes climáticos diarios, que son tomados de la estación automatizada ubicada en la sede usochicamocha, además de la medición de las propiedades físicas del suelo. El objetivo de un plan de riego es mantener un equilibrio del agua en el suelo con base en una programación, en donde las variables de entrada son las fechas, datos del cultivo, tipo y textura del suelo y dotaciones de recurso hídrico, láminas y volúmenes de agua, para ello se emplea el software Power Builder Version 10.5, mediante el cual se genera un modelo computacional que representa la programación de riego de los cultivos, optimizando el calendario de riego diariamente en cada uno de los lotes sembrados dentro del Distrito.

El cambio tecnológico no solo se evidencia en la infraestructura, sino también en el proceso denominado “Transferencia tecnológica” del distrito de riego Alto Chicamocha, como lo menciona Saavedra²⁰, este proceso consiste en la interrelación de técnicas y estrategias especializadas, las cuales tienen como objetivo mejorar los parámetros productivos de la agricultura, por lo cual los elementos a trabajar son:

- Materiales (equipos, herramientas, máquinas, variedades).
- Técnica (conocimiento aplicado, procedimientos, prácticas agronómicas).

²⁰ SAAVEDRA. OP. Cit., p. 24.

- Interacción humana con la tecnología (Conocimiento, educación, actitud, habilidad).
- Organización (asentamiento institucional, gestión).
- Resultado final o producto que fija la dirección y el nivel del esfuerzo, incluidas las estrategias de promoción necesarias para los cuatro componentes.

El concepto de transferencia de tecnología ha sido debatido, sin embargo se cuenta con la poca participación de los agricultores y sus conocimientos previos en este proceso, el objetivo es identificar los tipos de prácticas actuales de prevención y control fitosanitaria en los cultivos.

En el Distrito de Riego del Alto Chicamocha, la agricultura se constituye en un enorme potencial como lo menciona Fonseca²¹, en el cual, adecuadamente manejado y con el apoyo de un recurso estratégico como el riego, puede generar una demanda importante de insumos, así como también ofrecer un volumen significativo de productos hortícolas, a precios competitivos en los mercados regional y nacional. El cambio tecnológico que ha venido experimentando la actividad agrícola en el distrito, como efecto de la puesta en marcha del proyecto de riego por aspersión, a fin de direccionar el desarrollo empresarial de la zona en el marco del proceso de reconversión tecnológica, de la ganadería extensiva a la producción hortícola intensiva. Este cambio ha sido evidente a través de la introducción de nuevos sistemas de cultivos hortícolas, la ampliación del área dedicada a la actividad agrícola y el incremento significativo de la productividad y de la rentabilidad de los métodos de producción, lo que ha permitido la consolidación de segmentos de productores progresistas, predispuestos a la adopción de tecnología aún en condiciones de costos de producción crecientes.

²¹ FONSECA, Hernando, Tecnología de riego, cultura y desarrollo empresarial en la reconversión agropecuaria del distrito de riego del alto Chicamocha (En línea) 2066 [citado el 10 de julio, 2017], disponible en internet < attachment.googleusercontent.com/attachment/u/0/?ui=2&ik=b0438b9f96&view=att&th >

6. CONCLUSIONES

- ✓ La afectación de la calidad del agua en la cuenca alta del Río Chicamocha, es un problema de tipo departamental, el cual debe ser regulado puesto que las cargas contaminantes de los afluentes a este río, se deben a los vertimientos de actividades industriales y domésticas sin el debido control; entre los municipios con mayor descarga contaminante se encuentran: Duitama con el 24.8%, Tunja 38.7%, Sogamoso 26%, Paipa 4.45%, Nobsa 1.09% y Santa Rosa 1.15%; estos municipios generan el 96,1% de los residuos contaminantes en la cuenca. De igual manera, las actividades agrícolas contaminan las fuentes hídricas, debido principalmente a la escorrentía superficial y sub-superficial de fertilizantes, pesticidas, entre otros químicos que son aplicados a los cultivos. Sumado a lo anterior, los niveles bajos de calidad del agua en tramos entre la ciudad de Tunja y el embalse de La Playa y aguas abajo en la desembocadura del canal Vargas, al igual que las actividades pecuarias y descargas residuales urbanas e industriales, hacen que el agua no sea óptima para el consumo humano.
- ✓ El riego de pastos y cultivos es una constante amenaza a la salud pública, puesto que las aguas extraídas para estos usos están altamente contaminadas, siendo determinantes en el desarrollo de enfermedades de tipo digestivo. Según la Secretaria de Salud, para la ciudad de Tunja en el año 2006, las consultas por enfermedades digestivas debido a la contaminación del agua, corresponden al 5,14% para un registro de 739 casos.
- ✓ Los suelos en el distrito Alto Chicamocha, se caracterizan por problemas de sulfatación y acidez, del área total el 60% se ve afectado, lo que genera incrementos en los tiempos de recuperación del suelo para explotación agrícola, es por ello, que se ha generado la tendencia a cambiar las actividades agrícolas por prácticas ganaderas, que ahora son la actividad principal de explotación en el distrito, con una representación de 82% del área del distrito, del cual el 67% de los predios corresponden a minifundio y microfundio, dificultando la implementación de nuevas técnicas y procesos de cultivo.
- ✓ Es necesario que la tecnología en los distritos de riego sea un proceso dinámico, lo que conlleve a una mejora continua del distrito de riego. En el distrito de riego Alto Chicamocha, se realizó una transferencia tecnológica que se basó en técnicas, materiales, organización pero principalmente en la interacción humana, de esta manera se evidenció una mejor gestión del proceso agrícola, pero cabe destacar que esta transferencia debe ir

acompañada de la innovación y de acuerdo a evolución de infraestructura, puesto que se hace necesario la inclusión de obras que ayuden a mitigar la contaminación de la fuente abastecedora, además de nuevos tratamientos que garanticen la calidad del agua.

7. REFERENCIAS

BERMUDEZ, Lilia Teresa. Análisis del cambio tecnológico en el distrito de riego del alto Chicamocha. [En línea]. 2003. [citado 12 julio, 2017], Disponible en internet < <http://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/17828>>

BERMUDEZ, Lilia Teresa; PAEZ, Andrés Felipe; RODRIGUEZ, Luis Felipe. Impactos socioeconómicos y ambientales del Proyecto de Riego y Drenaje del Valle del Alto Chicamocha y Firavitoba, Boyacá (Colombia). [En línea]. 2010. [citado 27 junio, 2017], Disponible en internet < <http://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/18078>>

BERNAL, Andrea A; MONTAÑO, Jenny C; SANCHEZ, Rosaura; ALBARRÁN, Yuri L; FORERO, Fabio E. Evaluación de materiales encalantes y orgánicos sobre las bases intercambiables de un suelo sulfatado ácido en invernadero.[En línea]. 2014. [citado 27 junio, 2017], Disponible en internet < <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=BR2015C00132>>

CASTRO, Hugo; GOMEZ, Manuel I; MUNEVAR, Oscar. Diagnóstico y control de la acidez en suelos sulfatados ácidos en el Distrito de riego del Alto Chicamocha (Boyacá) mediante pruebas de incubación.[En línea]. 2006. [citado 27 junio, 2017], Disponible en internet < <http://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/20013>>

CORPOBOYACÁ, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA. Plan de ordenación y manejo ambiental de la cuenca alta del río Chicamocha capítulo I. (2006). [En línea]. [Citado 31 de julio de 2017]. Recuperado de: << <http://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2015/11/diagnostico-capitulo1-pomca-chicamocha.pdf>>>.

CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL. Distritos de riego car equilibrio entre productividad y ambiente(2010). [En línea]. [Citado 03 de julio de 2017]. Disponible en internet: <<https://www.car.gov.co/index.php?idcategoria=18870&download=Y>>>

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE BOYACÁ. Línea base de calidad implementación tasas retributivas por vertimientos hídricos puntuales cuenca alta del río Chicamocha (2009). [En línea]. [Citado 27 de junio de 2017]. Recuperado

de: << http://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2016/08/Linea_base_de_calidad_Chicamocha.pdf>>.

FONSECA, Hernando, Tecnología de riego, cultura y desarrollo empresarial en la reconversión agropecuaria del distrito de riego del alto Chicamocha (En línea) 2066 [citado el 10 de julio, 2017], disponible en internet < attachment.googleusercontent.com/attachment/u/0/?ui=2&ik=b0438b9f96&view=att&th>

MARTI]NEZ, Zulma. Identificación de alteraciones del suelos por la actividad agrícola debido a su uso inadecuado y la utilización de agroquímicos en la vereda Siatame municipio de Sogamoso departamento de Boyacá (2015). [En Línea].[Citado 6 de agosto de 2017]. Disponible en internet: << <http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/6432/1/Art%C3%ADculo%20Final%20ESP.%20PAMIRN.pdf>>>

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Guía ambiental para la construcción y operación de proyectos de adecuación de tierras distritos de riego y/o drenaje (2003). [En línea]. [Citado 03 de julio de 2017]. Disponible en internet: <<https://codechoco.gov.co/portal/archivos/guias/Guiariesgodrenaje.pdf>>

NUTRIMON. Ensayo comercial de fertilización de la papa en suelos sulfatados acidos en Boyaca (2007). [En línea].[Citado 11 de julio de 2017]. Disponible en internet: << <http://www.monmeros.com/descargas/dpinformativo5.pdf>>>

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Agua[En Línea].[Citado 10 de julio de 2017]. Disponible en internet: << <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs391/es/>>>

SAAVEDRA, Diana. Análisis de la dinámica de adopción de las prácticas convencionales de prevención y control fitosanitario del cultivo de cebolla cabezona (*allium cepa* L.). estudio de caso con pequeños agricultores del municipio de tibasosa en el departamento de Boyacá (2010). [En Línea].[Citado 11 de julio de 2017]. Disponible en internet: << <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/eambientales/tesis26.pdf>>>

SECRETARIA DE SALUD DE BOYACÁ. Mapa de riesgo del agua para consumo humano del rio Chicamocha. (2014). [En línea]. Recuperado de: <<<https://www.boyaca.gov.co/SecSalud/imag>>>

es/Documentos/Salud_Publica/Ano_2014/AGUA_CONSUMO_HUMANO/MAPA_RIESGO/MAPA%20DE%20RIESGO%20DE%20TIBASOSA.pdf>>.

SEVILLA JORDI. Crecimiento inteligente: Hacia una economía sostenible Concepto, vectores de cambio y experiencias (2010). [En Línea]. [Citado 11 de julio de 2017]. Disponible en internet: << <https://goo.gl/Jhs7rP>>>

UNIDAD DE PLANEACIÓN RURAL AGROPECUARIA. Ordenamiento productivo. [En Línea]. [Citado 27 de junio de 2017]. Recuperado de: <<http://upra.gov.co/SIPRA/>>

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA. Historia de los distritos de riego en Colombia. [Citado 03 de julio de 2017]. Disponible en internet: << <http://virtualidad.ugc.edu.co/mod/book/view.php?id=95433>>>

USOCHCAMOCHA [En Línea]. [Citado 3 de julio de 2017]. Disponible en internet: << http://www.usochicamocho.com.co/quienes_somos.php>>