

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION
LA FINCA EL CEDRO UBICADA EN EL MUNICIPIO DE AQUITANIA**

**ST. CARDOZOPEREZ MANUEL EDUARDO
ST DIAZ MARTINEZ MARIO JULIAN**

TRABAJO DE GRADO

**ING. JORGE LUIS CORREDOR RIVERO
UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C
2014**

Nota de Aceptación

Firma Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bogotá 27 de octubre de 2014

DEDICATORIA

Al finalizar nuestra carrera profesional logrando así uno de nuestros tantas metas hemos querido darles las gracias a las personas que durante estos cinco años nos han apoyado para así superar todos los obstáculos por eso queremos dedicar este trabajo de grado a:

Dios todo poderoso por sus bendiciones e iluminar nuestros caminos dándonos inteligencia y fuerza para lograr una de nuestras metas

A nuestro padres y hermanos por darnos ese apoyo incondicional que solo es posible recibir de una familia. A nuestros profesores por haber compartido sus conocimientos que de acá en adelante los pondremos a prueba para ser mejores cada día.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos primero que todo al el Ejército Nacional por darnos la oportunidad de culminar los estudios de pregrado en la universidad Militar Nueva Granada ya que hemos sido los primeros oficiales a los cuales les ha sido permitido realizar este proyecto.

Al ingeniero Jorge Corredor por su asesoría técnica que nos brindó incondicionalmente durante el periodo de realización de este trabajo de grado a la ingeniera Yolanda Morales por su asesoría metodológica que durante este año nos ha guiado de manera continúa.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se estudiarán los diferentes tipos de sistema de riego que son utilizados en las labores agrícolas existentes actualmente en Colombia y en la finca El Cedro ubicada en Aquitania. El diseño del sistema de riego por aspersión que es implementado en la finca, depende de una serie de factores que son de gran importancia, como son; lugar, el suelo, el clima, etc., actualmente se está implementado en la Finca el Cedro un diseño de un sistema de riego por aspersión “fijo” que se va a emplear para el riego de Cebolla Larga, que es de gran comercio en las diferentes partes del Colombia y también se está visualizando para ser un cultivo con gran capacidad de comercio, en determinado momento y por la necesidad del consumidor se exportará, la Finca el Cedro se encuentra ubicada en Aquitania uno de los lugares con mayores distribución de este Vegeta, el sistema de riego que se está implementado para esta Finca permite que su propietario cuente con el caudal necesario para el riego de sus vegetales sin importar el tiempo en que se encuentre ya que por hacer una buena inversión en la instalación le permite distribuir el agua por el lugar en donde se encuentra cosechada la Cebolla larga.

Para la instalación de este sistema el propietario debe de realizar una inversión que con el tiempo será recuperada ya que le permite tener un crecimiento en la parte económica por qué se va a disminuir la cantidad del personal que es empleado para el riego por el sistema de aspersión móvil. El sistema de riego es de gran importancia en todo cultivo ya que el agua es la fuente principal de todo cultivo y es la que permite que se realcen los diferentes procesos para que haya una producción al final del ciclo de crecimiento.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. PROBLEMA	8
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	8
1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA	8
2. JUSTIFICACIÓN	9
3. OBJETIVOS	10
3.1 OBJETIVO GENERAL	10
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	10
4. METODOLOGIA.....	11
5. MARCO DE REFERENCIA	12
5.1 MARCO CONCEPTUAL	12
5.2 MARCO GEOGRAFICO	12
6. MARCO TEORICO	15
6.1 HISTORIA DEL SISTEMA DE RIEGO	15
6.2 ANTECEDENTES	15
6.2.1 Sistema de riego actual de la finca	16
6.3 SISTEMA DE RIEGO	16
6.3.1 Usos	17
6.3.2 Equipo	17
6.4 CLASES DE SISTEMA DE RIEGO	18
6.4.1 Riego Localizado	18
6.4.2 Riego por Gravedad	20
6.4.3 Riego por Aspersión.....	21
6.5 ASPERSORES	24
6.6 RECURSO HIDRICO	27
6.6.1 Fuente de extracción del recurso hídrico	27
6.6.2 Normatividad	28
6.7 CULTIVO	28
6.7.1 Evapotranspiración	33
6.8 FINCA EL CEDRO	33
6.8.1 Puntos geográficos coordenadas UTM	33
6.8.2 Área general	34
6.8.3 Parcelas de la finca el cedro	35
7. PARCELACIÓN	36
8. CONCLUSIONES	37
BOBLOGRAFÍA	38

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Provincia de Sugamuxi	13
Figura 2. Tubería en aluminio	16
Figura 3. Bomba BARNES	16
Figura 4. Riego por goteo	19
Figura 5. Riego por gravedad	20
Figura 6. Aspersor Golondrina 308.....	24
Figura 7. Aspersor Modelo 751	25
Figura 8. Aspersor Modelo 851	25
Figura 9. Aspersor Modelo 901	26
Figura 10. Aspersor Modelo 901-E	27
Figura 11. Cultivo de cebolla	28

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 crecimiento por semanas	33
Tabla 2 coordenadas UTM	34
Tabla 3 área por parcela	35

LISTA DE PLANOS

Grafico 1 Área general	34
Grafico 2 parcelas	35

1. PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La finca el Cedro presenta grandes costos de operación en época de verano, debido a que tener grandes extensiones de tierra la operación, el ciclo de riego sale por un valor aproximado de quinientos cincuenta mil pesos m/c 550.000. El caudal que se necesita para el riego de la finca el Cedro es limitada por la presencia de otras fincas aledañas que se abastecen de la quebrada Hatoviejo

1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA

Los sistemas de riego revisten interés especial cuando son de tipo tecnificado teniendo en cuenta que en la medida en la cual se utilicen en forma racional los equipos empleados se pueden lograr grandes economías en el consumo de agua, especialmente cuando las fuentes de abastecimiento presenta caudales pequeños, que en este caso corresponde a la Quebrada Hato Viejo la cual tiene la tendencia a secarse en época de caudal mínimo. Esta situación obliga a los campesinos a construir pequeñas represas y desde allí bombear el agua a sus predios, generando además de altos costos en el aprovechamiento del agua, conflictos con los vecinos que se encuentran aguas debajo de la quebrada ya que ellos carecen de la misma disponibilidad de la que aprovechan quienes se encuentra en las zonas más elevadas. Específicamente el problema que se propone resolver en este trabajo corresponde a finca El Cedro que se encuentra ubicada a 150 metros de la laguna de Tota, en donde se tiene proyectado construir una captación de agua para ser bombeada por un motor eléctrico directamente a los cultivos, con la finalidad de plantear una solución a un conflicto en el uso del agua de la quebrada El Cedro con fines de riego para dar un crecimiento a esta finca en la parte agrícola.

2. JUSTIFICACIÓN

Aprovechar las fuentes hídricas que están presentes en el lugar del cultivo con un sistema de riego por aspersión “fijo” que permita minimizar los costos de instalación del sistema de riego por aspersión de la Finca el Cedro y aumentar los costos de producción al término de la cosecha

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL:

Realizar el diseño de un sistema de riego por aspersión en la finca El Cedro para mejorar la productividad del cultivo de cebolla larga, minimizando los costos y aumentando rendimientos agrícolas en época de verano.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Determinar la capacidad máxima y mínima del sistema de riego
- Diseñar un sistema de redes hidráulicas para realizar la distribución del recurso hídrico de una manera uniforme
- Disminuir los costos de producción del cultivo mediante la eliminación de personal empleado

4. METODOLOGIA

La metodología para el diseño del sistema de riego que se va a emplear en la Finca El Cedro.

Primera fase:

La selección del sistema de riego por aspersión y la determinación de la capacidad máxima y mínima del sistema de riego para el aforo del sistema de riego que se va a implementar en la Finca el Cedro

Segunda fase:

Diseño del sistema de riego por aspersión y la distribución de la red hídrica por el terreno de una forma uniforme

Tercera fase:

Especificaciones técnicas del sistema de riego que se implementa en la Finca el Cedro y su valor.

5. MARCO DE REFERENCIA

5.1 MARCO CONCEPTUAL

- **El clima:** dentro de una sistema de riego se debe de conocer el clima de la zona en donde se va a realizar el cultivo ya que es indispensable debido a que nos generan los diferentes cambios de temperatura o las estaciones climatológicas que son las que muestran los diferentes cambios de comportamiento del clima en la zona.
- **El suelo:** está compuesto por diferentes partículas orgánicas y minerales de diferente tamaño y a medida de que no se le dé el adecuado uso y manejo a estos suelos se va perdiendo la capacidad de retener las moléculas de agua y de los nutrientes , el suelos es la fuente principal para que se realice el cultivo y las diferentes actividades del sistema de riego por aspersión en general el suelo nos brinda unas serie de propiedades adicionales , que son de gran valor para el sostenimiento de las planta ; sin embargo estos suelos pueden llegar a perder cierta cantidad de estas propiedades por problemas de sanidad , compactación , drenaje y por la falta de micro-organismos patógenos .
- **El cultivo:** para que se realice un proceso adecuado del cultivo se debe de contar con la radiación solar, el CO₂ de la atmosfera, el agua y nutrientes para producir lo que se conoce como BIOMASA que son las diferentes partes de una planta (raíces, tallos, hojas y el fruto).
- **Riego:** Consiste en un suministro de las necesidades de agua a los cultivos mediante diferentes métodos artificiales ya sea por inundación, goteo y aspersión

5.2 MARCO GEOGRÁFICO

Aquitania es pueblo de fundación española, en un principio fue llamado Pueblo Viejo, pero con el correr del tiempo tomo el nombre actual. Cuenta la historia que los habitantes ribereños de la laguna observaron una figura en un árbol talado que simulaba la figura de Jesucristo en la Cruz, pero el Obispo de este tiempo ordeno que talaran el árbol; Cuando las personas lo hicieron desde el primer golpe del árbol empezó a brotar sangre, debido a esto del árbol caído sacaron una figura que fue llevada a la capilla, que había sido construida en un inicio para visitar la imagen de Nuestro Señor que había aparecido en el árbol.

De esta manera es que el municipio fue consagrado al Señor de los Milagros, y todos los años se recibe peregrinación de propios y foráneos para dar gracias por los favores recibidos.

Aquitania se localiza en la Provincia de Sugamuxi ver figura 1 al oriente del Departamento de Boyacá. Regionalmente posee una ubicación estratégica sobre estribaciones de la cordillera Oriental, al pasar por su territorio rural la vía que comunica a Bogotá con el Departamento del Casanare y con la vía marginal de los Llanos que sirve de comunicación con la región de la Orinoquía, Venezuela y Sur América. Siendo su área una de las más extensas de Departamento.



Figura 1 Provincia de Sugamuxi (tomado de <http://aquitaniaboyaca.es.tl/nuestra-geografia.htm>)

Extensión total: 943 Kilómetros Cuadrados. Km2

Extensión área urbana: 0.52 Kilómetros Cuadrados. Km2

Extensión área rural: 827.48 Kilómetros Cuadrados. Km2

Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): 3.030 metros sobre el nivel del mar.

Temperatura media: 10 C°

Distancia de referencia: 25 Kilómetros.¹

La finca El Cedro se ubica en la vereda de Hatoviejo a 1 km de la cabecera municipal la vía de acceso es pavimentada ya que por esta es atravesado por la carretera principal que une al municipio con la ciudad de Sogamoso

¹ SUÁREZ GONZÁLEZ. María teresa. Así es mi Boyacá. 2ed Boyacá 2012 p 170-184

6. MARCO TEÓRICO

6.1 HISTORIA DEL SISTEMA DE RIEGO

Las primeras grandes obras de riego se desarrollaron en Egipto y Mesopotamia. Cuando el hombre descubrió algunos métodos para producir alimentos, fue posible que se estableciera en un lugar por lo menos durante el tiempo que demora el desarrollo completo del cultivo. Lo anterior determinó la posibilidad de una vida sedentaria y por ende una división de las actividades de los individuos de una colectividad, dando origen a lo que hoy conocemos como una sociedad o asentamiento humano.

Al principio eran inundados los terrenos más planos; luego se construyeron terrazas que también se regaron por inundación, con métodos que variaron en eficiencia de acuerdo con la habilidad, el ingenio y la necesidad del hombre de economizar agua.

Solo a partir de las últimas décadas se ha enfrentado el riego con un enfoque científico racional, que permite utilizar el recurso con mayor eficiencia, minimizando efectos adversos como la erosión, el drenaje deficiente y la salinización de los suelos. Problemas como la falta de recursos económicos, el deficiente manejo de los suelos y la baja rentabilidad de la agricultura han limitado el progreso del riego y del drenaje en nuestra región. En relación con los métodos de riego, el riego gravitacional superficial se usa en más del 95% del área regada y con eficiencias de aplicación muy por debajo de la eficiencia de diseño. El riego por aspersion se utiliza en menos del 3% del área regada, principalmente en Brasil, donde un 60% del área regada utiliza este método. Se calcula que en el riego por goteo o microyet se usa en unas 150,000 hectáreas, menos del 1% de la superficie regada total. ²

6.2 ANTECEDENTES

A comienzos de los 60 se empezó a cultivar la cebolla larga en Aquitania, en las tierras planas a orillas del lago de Tota.

El cultivo dio tan buenos resultados que a mediados de los 60 el producto ya se estaba sembrado masivamente. Desde entonces esta actividad que

² GUROVICH. Luis A. Fundamentos y diseño de sistemas de riego, Londres 1997 p77 - 145

genera el mayor número de empleos del municipio y de poblaciones aledañas, como Tota y Cuítiva.

La finca el cedro fue adquirida por su actual propietario en el año 1999 siendo terrenos para la producción de bovinos y equinos ya en el año 2001 se inicia con la adecuación de estos predios para la implementación de cultivos de arveja y haba.

A mediados del año 2005 se realizó el parcela miento para iniciar con los cultivos de papa ya que estos ayudan al mejoramiento y enriquecimiento del suelo. Después de dos cosechas de papa se inicia con la siembra del monocultivo de cebolla larga o junca

6.2.1 Sistema de riego actual de la finca. El Cedro La Finca el Cedro cuenta con un sistema de riego móvil el cual consta de una motobomba BARNES de 16 HP de gasolina y tubería de aluminio de 3" con 500 metros (m) aproximados de tubería junto con 300 metros (m) de manguera de 3" estos predios fueron adquiridos por su actual propietario en el año 2010 con una extensión de 41 hectáreas por un valor de setecientos veinte millones de pesos m/c 720.000.000 esta fue destinada para el cultivo de la cebolla junca



Figura 2. Tubería en aluminio



Figura 3. Bomba BARNES

6.3 SISTEMA DE RIEGO

Conjunto de estructuras hidráulicas para el paso de agua con el fin de llevar el recurso hídrico a los cultivos en un sistema de riego se controla la cantidad de agua para ser aplicada y con la presión necesaria para no afectar los

productos agrícolas ya que este sistema permite que los aspersores giratorios se activen con la presión del agua y pueden girar sobre los ejes verticales con un ángulo ajustable predeterminado, y de esta manera resulta más sencillo controlar la cantidad de agua en una zona específica, este sistema permite que los aspersores giratorios se activen por impacto o mediante un engranaje interno que tiene el aspersor

Los sistemas de riego pueden ser por medios de bombeo mediante un motor o en algunos casos puede ser empleado la fuerza de gravedad donde el recurso hídrico es traído desde las partes altas por medio de mangueras y luego es distribuido diferentes métodos como inundación, goteo y aspersión

6.3.1 Usos Los sistemas de riego tienen varios usos además de la distribución de agua para la del cultivo. El agua se necesita para realizar pruebas operativas del sistema de riego en pretemporada, con objeto de comprobar si hay fugas y asegurarse del funcionamiento adecuado de la bomba y la planta de potencia. El agua de riego es también requerida para preparación del campo, establecimiento del cultivo, crecimiento y desarrollo del mismo, mantenimiento en la temporada, distribución de agroquímicos, protección contra heladas y otros usos tales como control de polvo.

Ventajas:

6.3.2 Equipo

- motor de bombeo
- tubería y accesorios en pvc
- aspersores m308
- registros de paso
- transformador eléctrico
- Pala
- Azada
- Cinta de medir
- Cabezales aspersores
- Tubería y acoplamientos
- Pegamento (para tuberías plásticas)
- Sierra para cortar las tuberías plástica

6.4 CLASES DE SISTEMA DE RIEGO

Los sistemas de riego los dividimos en tres grandes grupos los cuales cumplen las mismas funciones pero con diferentes métodos

6.4.1 Riego Localizado Este sistema de riego facilita un ahorro importante en la aplicación de agua al cultivo, debido a la reducción de pérdida de agua por evaporación al ser localizado su punto de aplicación, ausencia de escorrentía, aumento de la uniformidad de aplicación, al reducir la filtración profunda o percolación.

El riego localizado consiste en aplicar agua a una zona determinada del suelo, no en su totalidad.

El agua circula a presión por un sistema de tuberías (principales, secundarias, terciarias y ramales) desplegado sobre la superficie del suelo o enterrado en este, saliendo finalmente por los emisores de riego localizado con poca o nula presión a través de unos orificios, generalmente de muy pequeño tamaño.

En estos sistemas es necesario contar con un sistema de bombeo que dote de presión al agua, así como determinados elementos de filtrado y tratamiento del agua antes de que circule por la red de tuberías. Con ellos se pretende evitar la obturación de los emisores, uno de los problemas más frecuentes. Estos elementos se instalan a la salida del grupo de bombeo en el denominado **cabezal de riego**.

Es el sistema ideal para poner en práctica las técnicas de fertirrigación (fertilizantes disueltos en el agua de riego). El desarrollo de las técnicas y equipos han permitido una automatización de las instalaciones en distintos grados, llegándose en ocasiones a un funcionamiento casi autónomo de todo el sistema. De esta forma se consiguen automatizar operaciones como limpieza de equipos, apertura o cierre de válvulas, fertilización, etc. que producen un importante ahorro de mano de obra.



Figura 4. Riego por goteo (tomado de www.elriego.com)

Es el método de riego más tecnificado, y con el que más fácil se aplica el agua de manera eficiente. De igual forma, el manejo del riego es muy diferente del resto de los sistemas ya que el suelo pierde importancia como almacén de agua. Se riega con bastante frecuencia para mantener un nivel óptimo de humedad en el suelo.

Requiere un buen diseño, una alta inversión en equipos y mantenimiento concienzudo, es decir tiene un alto coste que puede ser asumido en cultivos de alto valor comercial.

Normalmente trabajan a presiones que oscilan entre 0,3 y 1 atm

Micotubos: Localizan el agua en varios puntos. Su uso está relegado a jardinería o macetas individuales.

Goterros: Emisores aislados para cada punto

Mangueras: Localizan el agua en bandas por estar los puntos de salida muy próximos.

Cintas: Fabricadas en material permeable, el agua queda localizada en bandas.³

³ SIN AUTOR. Riego localizado. consultado el 10 de Septiembre de 2014 Disponible en <http://www.elriego.com>

6.4.2 Riego por Gravedad

Es el más tradicional y fue el usual hasta finales del Siglo XIX en que se inventó el riego localizado. Su tendencia actual es a ser sustituido por otras técnicas ya que su mayor inconveniente es el despilfarro de agua que lleva consigo.

Es muy significativo el dato de que las pérdidas de agua originadas sólo por evaporación, en largos recorridos y a cielo abierto, se estiman en aproximadamente un 25%, sin contar las filtraciones incontroladas, roturas de conductos etc. etc.

El agua procedente del centro de acopio, llámese embalse, pantano o centro de almacenamiento, discurre a través de grandes canales hasta los centros de distribución que repartirán por acequias medianas y pequeñas hasta llegar a la parcela objeto del riego donde llegará el agua por gravedad, inundando la zona de plantación. La pericia del buen labrador, y su experiencia, harán que el reparto del agua, por medio de tablillas o piedras con barro, sea el adecuado. Nadie como él conoce la capacidad de filtrado de su suelo hasta llegar al punto de saturación, y, nadie como él sabe aprovechar el caudal que recibe sólo por un tiempo determinado. Evidentemente este primitivo método también ha evolucionado y en las grandes superficies dedicadas a cultivos más industrializados, es impensable un riego de estas características que no vaya precedido por un estudio técnico de los marcos de plantación más adecuados según el tipo de cultivo, porosidad del suelo, temperatura según la estación meteorológica.⁴



Figura 5 riego por gravedad(tomada de www.intemo.com)

⁴ [Antología sobre pequeño riego. Organizaciones autogestivas](#)J Palerm-Viqueira, T Martínez-Saldaña México: Colegio de Postgraduados–Plaza y Valdés 2

6.4.3 Riego por Aspersión Este sistema se puede usar en suelos inclinados (hasta un 25% de pendiente) bajo condiciones específicas de diseño y manejo para proporcionar al cultivo la cantidad de agua adecuada y contribuir a la preservación de los suelos. Sin embargo, muchas veces se abusa de este sistema y se aplica mucha agua en cantidad y frecuencia. La cantidad de agua a aplicar en cada riego depende básicamente de la edad del cultivo, tipo de suelo (características físicas como retención de humedad y agua disponible) y condiciones meteorológicas (vientos, radiación Solar y temperatura).

El sistema de riego está dirigido a eventos futuros, el objetivo es evitar, en la medida de lo posible, que el cultivo sufra estrés hídrico. El manejo del riego se basa en la recopilación de datos sobre el suelo.

Es aquel sistema de riego que trata de imitar a la lluvia. Es decir, el agua destinada al riego se hace llegar a las plantas por medio de tuberías y mediante unos pulverizadores, llamados aspersores y, gracias a una presión determinada, el agua se eleva para que luego caiga pulverizada o en forma de gotas sobre la superficie que se desea regar.

Para conseguir un buen **riego por aspersión** son necesarios

- Presión en el agua
- Una estudiada red de tuberías adecuadas a la presión del agua
- Aspersores adecuados que sean capaces de esparcir el agua a presión que les llega por la red de distribución.
- Depósito de agua que conecte con la red de tuberías.

Presión en el agua: Es necesaria por dos motivos: la red de distribución se multiplica en proporción a la superficie que debemos regar y teniendo en cuenta que el agua debe llegar al mismo tiempo y a la misma presión a las bocas donde se encuentran instalados los mecanismos de difusión (aspersores) con el fin de conseguir un riego uniforme. La segunda razón es que la presión del agua debe ser capaz de poner en marcha todos los aspersores al mismo tiempo bien sean fijos o móviles, de riego más pulverizado o menos.

En el caso de que la presión de la red no sea suficiente se deberá instalar un motor que dé la presión suficiente desde el depósito hasta los aspersores.

-Red de tuberías: En general la red de tuberías que conducen el agua por la superficie a regar se compone de ramales de alimentación que conducen el agua principal para suministrar a los ramales secundarios que conectan directamente con los aspersores

Todo esto supone un estudio técnico adecuado ya que de él dependerá el éxito de la instalación.

-Aspersores: Los más utilizados en la agricultura son los giratorios porque giran alrededor de su eje y permiten regar una superficie circular impulsados por la presión del agua, aunque en el mercado los hay de variadas funciones y distinto alcance. Son parte muy importante del equipo del riego por aspersión y por tanto el modelo, tipo de lluvia (más o menos pulverizada) que producen, alcance etc. deben formar parte del estudio técnico antes mencionado.

-Depósito del agua: Desempeña dos funciones: la de almacenamiento del agua suficiente para uno o varios riegos y la de ser punto de enlace entre el agua sin presión y el motor de impulsión de esa agua a la presión necesaria para el riego calculado.

VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL RIEGO POR ASPERSIÓN

VENTAJAS:

- **Ahorro en mano de obra.** Una vez puesto en marcha no necesita especial atención. Existen en el mercado eficaces Programadores activados por electroválvulas conectadas a un reloj que, por sectores y por tiempos, activará el sistema según las necesidades previamente programadas. Con lo cual la mano de obra es prácticamente inexistente

- **Adaptación al terreno.** Se puede aplicar tanto a terrenos lisos como a los ondulados no necesitando allanamiento ni preparación de las tierras.

- **La eficiencia del riego** por aspersión es de un 80% frente al 50 % en los riegos por inundación tradicionales. Por consecuencia el ahorro en agua es un factor muy importante a la hora de valorar este sistema.

Especialmente útil para distintas clases de suelos ya que permite riegos frecuentes y poco abundantes en superficies poco permeables.

INCONVENIENTES:

Daños a las hojas y a las flores. Las primeras pueden dañarse por el impacto del agua sobre las mismas, si son hojas tiernas o especialmente sensibles al depósito de sales sobre las mismas. En cuanto a las flores pueden, y de hecho se dañan, por ese mismo impacto sobre las corolas

Requiere una inversión importante. El depósito, las bombas, las tuberías, las juntas, los manguitos, las válvulas, los programadores y la intervención de técnicos hacen que en un principio el gasto sea elevado aunque la amortización a medio plazo está asegurada.

El viento puede afectar. En días de vientos acentuados el reparto del agua puede verse afectado en su uniformidad.

Aumento de enfermedades y propagación de hongos debido al mojado total de las plantas

El agua es conducida por una serie de tuberías hacia los aspersores los cuales su principal función es la simulación de las lluvia tal vez este es el método más común en la agricultura a cielo abierto tiene tres subsistemas

1. sistema de riego móvil es empleado en cultivos o parcelas de muy pequeñas áreas debido a que se manejan una serie de tuberías las cuales hacen que sea su movimiento y operación muy desgastadora
2. sistema de riego semi-fijo este sistema a tiene una parte de él que va enterrada luego el agua llega a una campanas donde se hará la conexión con las tuberías para que estas las lleven a su distribución mediante los aspersores
3. sistema de riego por aspersión fijo este toda su red hidráulica estará bajo tierra ya sea e manguera flexible o e tubería de PVC este sistema tiene permite la automatización debido a que los podemos controlar mediante válvulas de paso de las cuales podremos determinar hacia que parcelas se

hará el riego su costo de instalación es alto pero su operación de menor que los anteriormente descritos⁵

6.5 ASPERSORES

Aspersor Modelo 301

Especificaciones

- Circulo completo.
- Roscado macho $\frac{3}{4}$ " Ø - 14 NPT.
- Diámetro de cobertura entre 25 y 37 m.
- Descarga entre 3 y 16 G.P.M, dependiendo de las boquillas y la presión.
- Materiales de fabricación: Brazo y cuerpo en bronce,
- Niple,
- Cojinete y Boquillas en latón,
- Resortes y pin en acero inoxidable,
- Sellos en caucho y plástico.



Figura 6 Aspersor Golondrina 308

Especificaciones

- Círculo completo.
- Rosca macho $\frac{3}{4}$ ".
- Diámetro de cobertura: Entre 25 y 37 metros.
- Descarga: Entre 5 y 18 galones por minuto, dependiendo de la boquilla y la presión.
- Material de fabricación: Zamac,⁶

⁵ GUROVICH. Luis A. Fundamentos y diseño de sistemas de riego, Londres 1997 p77 - 145

⁶ FICHA TECNICA. Aspercol disponible en www.aspercol.com.co visto el 20 de octubre de 2014

- Resortes y pin en acero inoxidable.
- Sellos en caucho y plástico.



Figura 7 Aspersor Modelo 751

Especificaciones

- Circulo completo.
- Rosca Hembra de 1" Ø - 1 1/2 NPT.
- Diámetro de cobertura entre 36 y 55 mt.
- Descarga entre 8 y 36 G.P.M, dependiendo de las boquillas y la presión.
- Materiales de fabricación: Brazo,
- Cuerpo y cojinetes en bronce,
- Niple y Boquillas en latón,
- Resortes y pin en acero inoxidable, Sellos en caucho y plástico.⁷



Figura 8 Aspersor Modelo 851

⁷ FICHA TECNICA. Aspercol disponible en www.aspercol.com.co visto el 20 de octubre de 2014

Especificaciones

- Circulo completo.
- Rosca Macho de 1 1/4" Ø - 11 1/2 NPT.
- Diámetro de cobertura entre 47 y 68 mt.
- Descarga entre 25 y 124 G.P.M, dependiendo de las boquillas y la presión.
- Materiales de fabricación: Brazo,
- Cuerpo,
- Niple y cojinetes en bronce,
- Boquillas en latón,
- Resortes y pin en acero inoxidable,
- Sellos en caucho y plástico.



Figura 9Aspersor Modelo 901

Especificaciones

- Circulo completo.
- Rosca Hembra de 1 1/2" Ø - 11 1/2 NPT.
- Diámetro de cobertura entre 33 y 54 mt.
- Descarga entre 60 y 90 G.P.M, dependiendo de las boquillas y la presión.
- Materiales de fabricación: Brazo y cuerpo en Aluminio,
- Niple y cojinetes en Bronce,
- Boquillas en Caucho,
- Resortes y pin en acero inoxidable,
- Sellos en caucho y plástico.



Figura 10 Aspersor Modelo 901-E

Especificaciones

- Circulo completo.
- Rosca Hembra de 1 1/2" Ø - 11 1/2 NPT.
- Diámetro de cobertura entre 33 y 54 m.
- Descarga entre 60 y 90 G.P.M, dependiendo de las boquillas y la presión.
- Materiales de fabricación: Brazo y cuerpo en Aluminio,
- Niple y cojinetes en Bronce,
- Boquillas en Caucho,
- Resortes y pin en acero inoxidable,
- Sellos en caucho y plástico.⁸

6.6 RECURSO HIDRICO

Los recursos hídricos son los cuerpos de agua que existen en el planeta, desde los océanos hasta los ríos pasando por los lagos, los arroyos y las lagunas. Estos recursos deben preservarse y utilizarse de forma racional ya que son indispensables para la existencia de la vida.

El problema es que, aunque en su mayoría son recursos renovables, la sobreexplotación y la contaminación que provocan diversas actividades humanas hacen que los recursos hídricos estén en riesgo. Su capacidad de regeneración muchas veces no resulta suficiente ante el ritmo de uso⁹

6.6.1 Fuente de extracción del recurso hídrico El recurso hídrico será explotado de la Laguna de Tota con la cual se limita por el occidente donde ya se ha hecho un dragado al río Hatoviejo que limita con la finca el Cedro

⁸ FICHA TECNICA. Aspercol disponible en www.aspercol.com.co visto el 20 de octubre de 2014

⁹ ÁA Pérez, FN Le Blas - 2004 - ibcperu.org

donde ya está aprobado la extracción de este de acuerdo a la Resolución número 1539 de 13 de junio de 2012

6.6.2 Normatividad La cuenca del lago de tota como sus afluentes están a cargo de CORPOBOYA la cual está encargada del control de uso de la rivera del lago ya que por medio de decretos y resoluciones da viabilidad de del usos del agua para fines ya sea de agricultura como de piscicultura la finca el Cedro está autorizada para la captación del recurso hídrico mediante resolución número 1539 de 13 de junio de 2012(Por medio de la cual se reglamenta el uso del recurso hídrico de las corrientes pertenecientes a las microcuencas Los Pozos, Hatolaguna, Olarte y Tobal, afluentes del Lago de Tota y las derivaciones del mismo a través de motores eléctricos u otros combustibles¹⁰) a favor de su propietario

6.7 CULTIVO

Nombre Científico: *Allium fistulosum* Linnaeus.

Nombre Común: ebolla verde, cebolla larga, cebolla junca, cebolla china, cebolla llorona, Cebolla de rama, cebolleta, cebollín.



Figura 11 Cultivo de cebolla

¹⁰ CORPOBOYACA resolución 1539 de 13 de junio de 2012

Temperatura: 8 °C a 15 °C

Altitud: 2500 m.s.n.m a 3400 m.s.n.m

Clima: Su óptimo desarrollo lo alcanza en climas fríos sobre los 3000 a 3400 m.s.n.m donde no predomine la neblina, la cebolla larga obtiene un sabor más picante y agradable para la sazón en cuanto a gastronomía se refiere. Por eso no es lo mismo comparar el sabor de la cebolla larga cultivada en otros países del mundo (de sabores mas débiles y valor nutricional mas bajo) a la producida en Aquitania Boyacá Colombia, conocida y valorada por su increíble sabor que da a nuestros platos típicos sin olvidar el aporte nutricional que da a nuestras comidas.

Clasificación

División: Magnoliophyta

Familia: Alliaceae

Género: Allium

Especie: *A. fistulosum* Origen

La cebolla de rama o cebolla junca no se ha encontrado en forma silvestre, aunque recibe el nombre del país de Gales (Weish). Probablemente se originó en el sudeste de Asia, y ha sido utilizada durante centurias en China y Japón, y hoy se cultiva en pocas partes del mundo, en Colombia la cebolla larga ha tenido un desarrollo muy importante gracias a la posición geográfica donde se encuentra

Descripción Botánica: Las raíces se producen en la base del tallo, son fasciculadas y poco abundantes; verticalmente miden hasta 30-45 cm y horizontalmente unos 30 cm. Cada hoja tiene una base larga y carnosa, que se une estrechamente con la base de las demás hojas, formando un pseudotallo, envuelto por láminas finas o túnicas, y la exterior es seca. Las hojas son tubulares de 25-35 cm de largo y 5-7 mm de diámetro. El tallo verdadero es un disco comprimido, de donde parten las raíces y la base de las hojas. El tallo floral es hueco y cilíndrico, parecido a las hojas, termina en una umbela de pedicelos cortos y forma ovalada. Cada umbela tiene de 350 a 400 flores hermafroditas muy pequeñas que producen cada una seis semillas pequeñas, planas negras. Propagación y Crecimiento.

Calidad en los cultivos

En Colombia los mejores cultivos, por área sembrada y por calidad, está situada en zona considerada de páramo, entre los 3.000 y los 3.400 msnm en Aquitania (Boyacá). Esta especie tiene buenos requerimientos de agua, por lo cual se hace necesario disponer de agua de riego para poder contar con una producción constante y de buena calidad, más si se tiene en cuenta que es un cultivo permanente, cuyo desarrollo y cosecha tiene lugar durante todo el año. Entre los principales factores para el éxito de este cultivo se encuentra el tipo de suelo, el cual va de franco a franco arcilloso, buena profundidad efectiva, con un contenido de materia orgánica de medio a alto y con un pH entre 6.0 y 7.0.

Neblina: La presencia de neblina daña, deteriora y retrasa el desarrollo de los cultivos, se recomienda sembrar en regiones donde este fenómeno climático no predomine.

Almacenamiento de la semilla: La semilla se puede ver afectada por diferentes factores ambientales como son humedad (14°C), alejado de rayos solares directos y separados de productos agro químicos.

Tratamiento pregerminativo: Ninguno

Tabla Nutricional: Las propiedades nutricionales de la cebolla larga varían principalmente de acuerdo a la altitud del terreno, mejoras del suelo, fertilizantes y abonos aplicados al cultivo. La cebolla es un alimento que aporta muy pocas calorías, una alta cantidad de fibras y proporciona bastante energía. Contiene gran cantidad de potasio, además de agua, glúcidos, lípidos, proteínas, calcio, magnesio, hierro, vitaminas C, E, B1 y B6, por lo que es un excelente alimento regulador del organismo. Debería comerse siempre cruda, sobre todo en ensaladas, pues al cocinarlas se destruyen sus componentes esenciales, pero se puede comer en caldos, ensaladas o mezclada con otras verduras. Si la introducimos dentro de agua con un poco de jugo de limón durante unos minutos, evita que pique, mientras conserva sus propiedades.

Siembra: La cebolla puede propagarse por semilla sexual o por hijuelos. En donde hay estaciones se utiliza más el primer sistema; en el trópico la planta usualmente no produce semilla sexual, y se debe emplear la siembra por hijuelos. La distancia de siembra es de 50-80 cm entre surcos y de 30-40 cm entre sitios, según la fertilidad del suelo. En la propagación asexual, se colocan en cada sitio de dos a tres hijuelos gruesos y bien formados. La propagación por semilla sexual requiere la hechura de semillero y el trasplante posterior, lo que retarda un poco el periodo vegetativo.

Profundidad de siembra: La semilla debe quedar cubierta con el sustrato, más o menos a 1 cm. de profundidad.

Manejo de luz: La cebolla requiere una exposición soleada en lugar abierto y ventilado.

Riego: Mantenga el sustrato permanentemente húmedo durante la germinación sin exceso.

Sustrato: Se prepara la cama del germinado con 2 partes de tierra negra bien cernida, mezclada con una parte de arena o cascarilla de arroz quemada.

Desinfección del sustrato: Productos biológicos: Se encuentran en el mercado varios productos que pueden ser usados individualmente o mezclados para controlar los organismos patógenos de suelo: Trichoderma (harzianum, koningii y viridae) han demostrado ser efectivos para el control preventivo de varios patógenos del suelo como: Fusarium, Rhizoctonia, Pythium. Sclerotinia y otros causantes del damping off se aplica en dosis de 1 a 2 g/l, se recomienda remojar el hongo previamente durante 12 horas para lograr una mayor eficiencia. Extracto de ruda (Ruta graveolens) se emplea para el control de nematodos y como desinfectante natural de suelos, contiene sustancias alelopáticas, se utiliza en dosis de 5-10 cc/l.

Productos químicos

Usar fungicidas y nematicidas comerciales aprobados por la FDA y el ICA, según la dosis recomendada, tapar con plástico durante 4 - 6 días y dejar airear durante 8 días, antes de sembrar la semilla.

Análisis de Laboratorio

Periodo Vegetal: 90 Días

Rendimiento Tn/Ha: 5-4

Cantidad de semillas/Ha: 2-4 Lb*

Información Adicional: La cebolla de rama se cosecha bien sea arrancando todas las plantas o deshijando. Esto último consiste en sacar unas cebollas y dejar otras para que continúe la plantación. Es la forma más frecuente de cultivo, haciendo el primer corte a los cuatro o seis meses y los siguientes cada tres o cuatro meses, de acuerdo con la temperatura ambiental local.

Comúnmente la cebolla recogida se lava y se le cortan las raíces, luego es empacada al vacío para exportar o en sacos de yute o fique, formando bultos de unos 60 kg. Para venta local.

Es recomendable hacer en las plantaciones paquetes pequeños de unos 25-30 kg, no ajustados mucho, y dejar los arrumes poco altos para evitar que el producto sufra lesiones y se dañe. La cebolla de rama puede almacenarse por unos ocho a 12 días a temperatura de 0°C y humedad relativa de 90-95%.

La cebolla junca se utiliza en forma fresca, como condimento de diversos platos, para preparar guisos, salsas, productos de salsamentaría; a nivel industrial se deshidrata para producir ex-tractos, además, tiene uso medicinal, como anti anoréxica y purificadora de la sangre¹¹

TABLA DE CRECIMIENTO	
SEMANA	PORCENTAJE
1	2,50%
2	7,50%
3	12,50%
4	20,00%
5	28,30%
6	36,60%
7	45,00%
8	53,30%
9	61,60%
10	70,00%
11	76,00%
12	82,00%
13	88,00%
14	94,00%
15	100,00%

¹¹ SIN AUTOR. Cebolla larga. consultada el 20 de mayo de 2014 Disponible en <http://www.cebollalarga.com/>

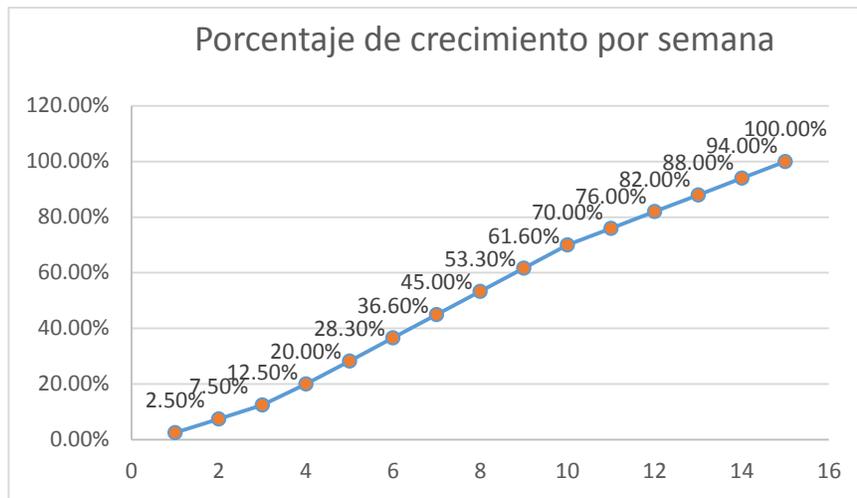


Tabla 1 crecimiento por semanas

6.7.1 Evapotranspiración Los aspectos agroclimáticos en un estudio de riego y drenaje se basa en la necesidad de cuantificar la cantidad de agua que los cultivos requieren para desarrollarse de manera adecuada y producir cosechas óptimas. El clima y el suelo son factores determinantes en el desarrollo de las plantas; estos factores son los que ayudan a establecer eficientemente cuándo cosechar y qué zonas son apropiadas para hacerlo. A través del capítulo se muestran métodos de cálculo para determinar la evapotranspiración potencial y los balances hídricos para riego y drenaje, los cuales son herramientas que finalmente llevan a calcular un caudal de riego de diseño, y a determinar el caudal que se le debe aplicar al cultivo diariamente o en un intervalo de tiempo determinado; también se calcula el caudal de drenaje con el cual se diseñan las obras de evacuación para evitar inundaciones.

6.8 FINCA EL CEDRO

6.8.1 puntos geográficos coordenadas UTM

punto	latitud	longitud	punto	latitud	Longitud	punto	latitud	longitud
1	734270	612408	16	734083	612098	31	733735	612405
2	734284	612397	17	734072	612118	32	733734	612440
3	734298	612385	18	734068	612154	33	733739	612477
4	734305	612364	19	734054	612189	34	733751	612484
5	734313	612313	20	734031	612218	35	733762	612507
6	734328	612208	21	734012	612239	36	733778	612498
7	734346	612106	22	733977	612256	37	733821	612586
8	734344	612079	23	733942	612268	38	733859	612562
9	734336	612061	24	733906	612282	39	733879	612624
10	734319	612058	25	733878	612314	40	733925	612658
11	734297	612057	26	733836	612333	41	733982	612611
12	734261	612055	27	733802	612348	42	734036	612574

13	734219	612054	28	733755	612345	43	734081	612534
14	734170	612061	29	733731	612354	44	734117	612509
15	734127	612075	30	733729	612374	45	734270	612408

Tabla 2 coordenadas UTM

6.8.2 Área general

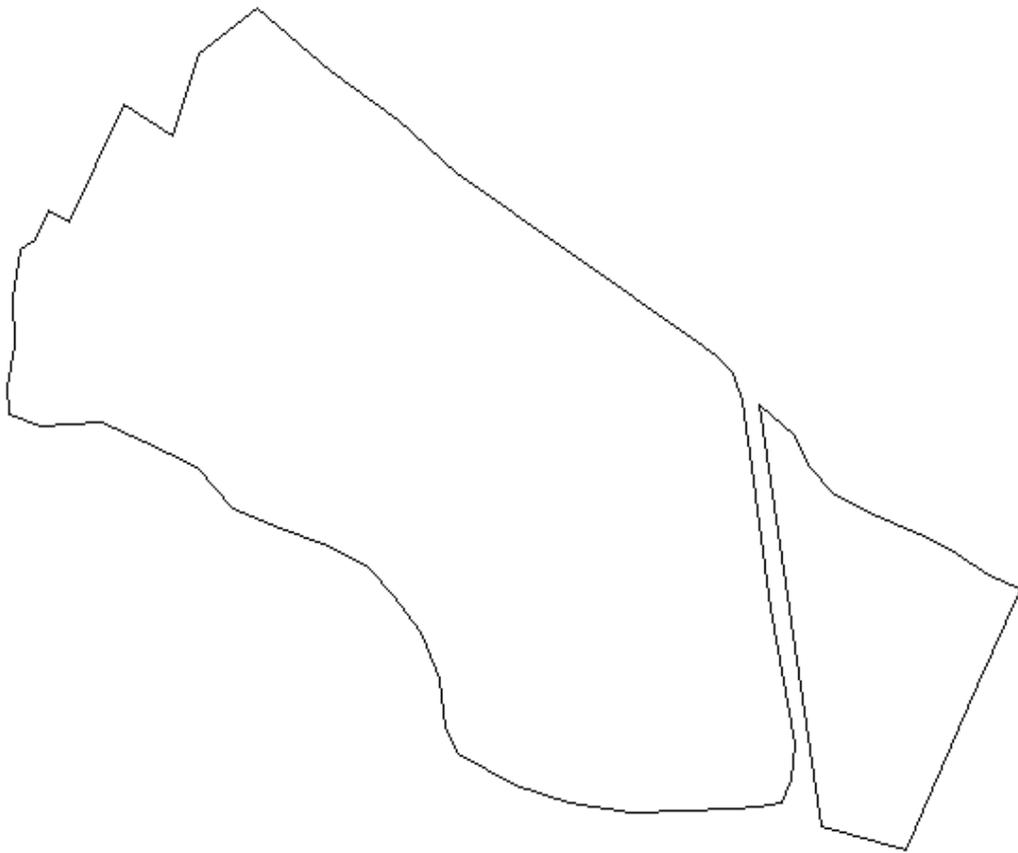


Grafico 1 Área general finca El Cedro

6.8.3 Parcelas de la finca el cedro

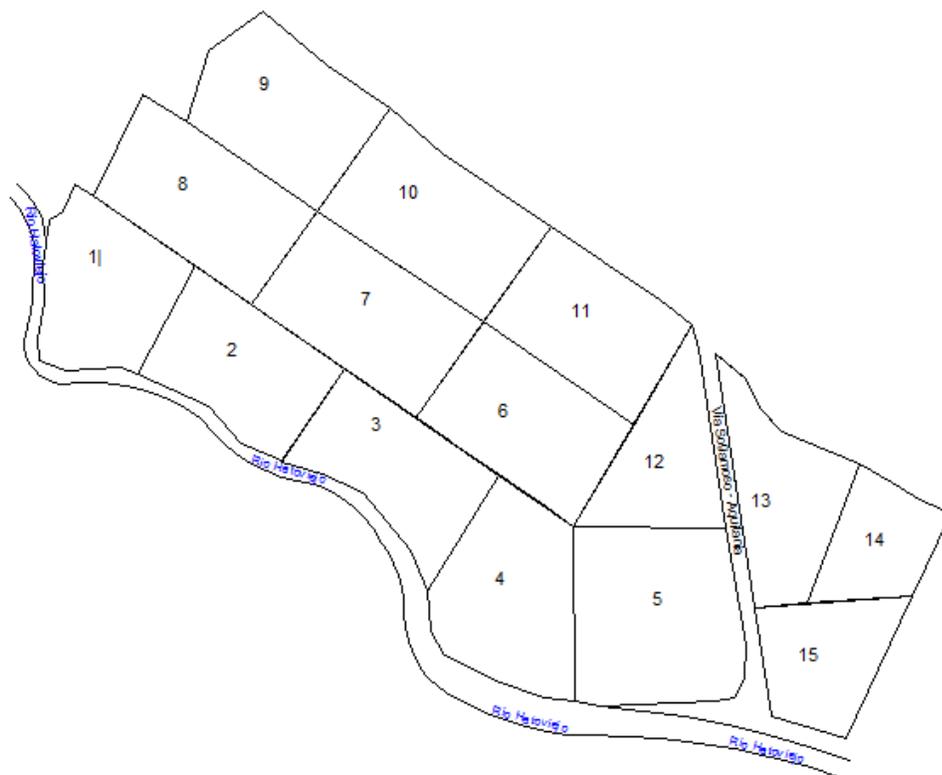


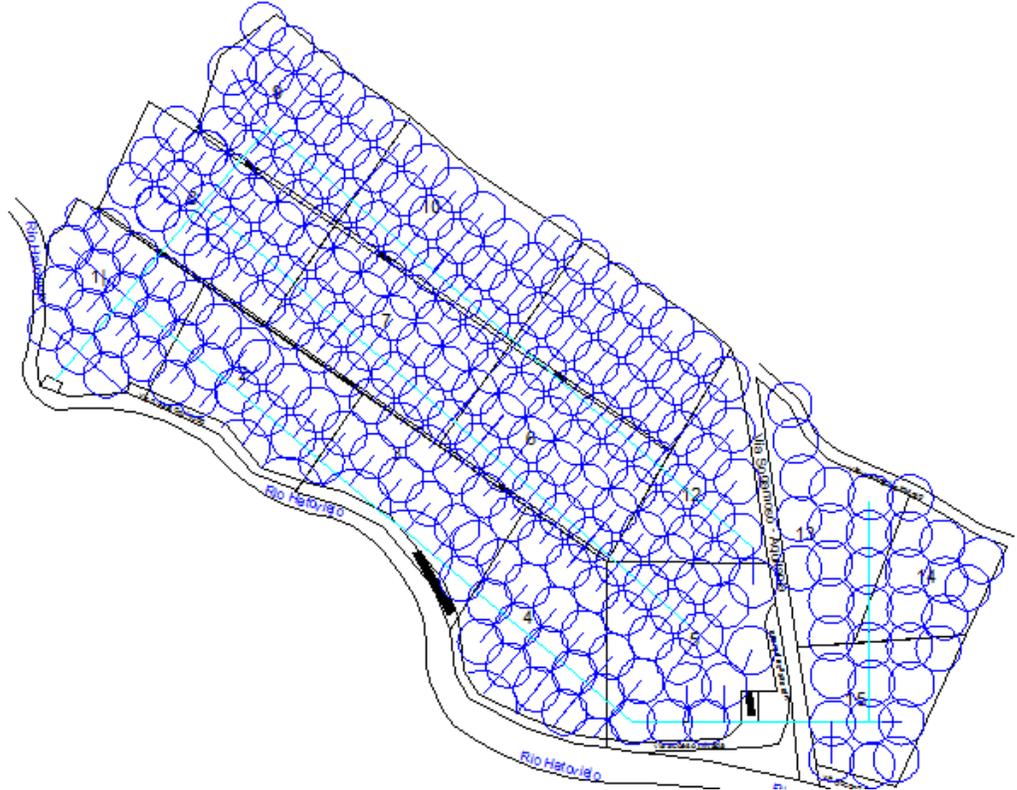
Grafico 2 parcelas

parcela	área (m)	área (Ha)
1	14967	1,4967
2	15223	1,5223
3	15173	1,5173
4	17954	1,7954
5	21777	2,1777
6	16621	1,6621
7	17406	1,7406
8	17338	1,7338
9	16503	1,6503
10	17850	1,785
11	15725	1,5725
12	11992	1,1992
13	13607	1,3607
14	8856	0,8856
15	11251	1,1251

Tabla 3 área por parcela

7. DISEÑO

Caudal de diseño 40 l/s



costos de diseño			
equipo	unidad	valor unitario	valor total
transformador trifásico	1	\$1.856.000	1.856.000
tubería 4"	224	\$136.817	30.647.008
tubería 2"	830	\$38.165	31.676.950
aspersores	30	\$45.000	1.350.000
registros de paso	4	\$35.850	143.400
accesorios y uniones	60	\$55.340	3.320.400
parales	225	\$27.350	6.153.750
total			75.147.508

8. CONCLUSIONES

Con el diseño del sistema de riego que se va a instalar en la Finca el Cedro ubicada en Aquitania Boyacá, zona de gran importancia en nuestro país por ser una de las principales productoras de Cebolla Junca, dentro de la demanda que tiene este cultivo en nuestro país, se considera que se puede exportar con fines de dar a conocer que Colombia cuenta con un gran potencial en la parte de agricultura y más siendo uno de los países con mayor número de exportaciones a nivel mundial en la parte agrícola, la Cebolla Junca es un vegetal que brinda al ser humano una gran cantidad de proteínas, calorías y otros elementos que son parte de la existencia para la existencia del ser humano.

Con la implementación de este sistema de riego por aspersión en la Finca el Cedro se reducen los costos en un 40% al momento en que se realiza el riego, al suministrar a las especies vegetales la humedad necesaria para su desarrollo se genera un aumento en productividad y calidad que minimiza la cantidad de personal a ser utilizado al momento del riego.

En general la Cebolla Junca es uno de los cultivos con mayor crecimiento en nuestro país por tener un gran comercio a nivel nacional, este producto le ha generado a los productores de estas zonas dar unos avances en el tipo de riego que deben de implementar para tener un mayor rendimiento en la producción menos gastos por la utilización de agua innecesaria y más ganancias en los periodos de la recolección y venta del producto final del cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

- SUÁREZ GONZÁLEZ. María teresa. Así es mi Boyacá. 2ed Boyacá 2012 p 170-184
- GUROVICH. Luis A. Fundamentos y diseño de sistemas de riego, Londres 1997 p77 – 145
- SIN AUTOR. Riego localizado. consultado el 10 de Septiembre de 2014 Disponible en <http://www.elriego.com>
- Antología sobre pequeño riego. Organizaciones autogestivasJ Palerm-Viqueira, T Martínez-SaldañaMéxico: Colegio de Postgraduados–Plaza y Valdés 2
- GUROVICH. Luis A. Fundamentos y diseño de sistemas de riego, Londres 1997 p77 – 145 FICHA TECNICA. Aspercol disponible en www.aspercol.com.co visto el 20 de octubre de 2014
- ÁA Pérez, FN Le Blas - 2004 - ibcperu.org
- CORPOBOYACA resolución 1539 de 13 de junio de 2012
- SIN AUTOR. Cebolla larga. consultada el 20 de mayo de 2014 Disponible en <http://www.cebollalarga.com/>