

UNIVERSIDAD AMAZONICA DE PANDO

UNIDAD ACADÉMICA EL SENA

CARRERA TÉCNICO SUPERIOR EN AGROPECUARIA



“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS EN LA UNIDAD ACADÉMICA EL SENA”

Monografía

Para obtener el título Académico de Técnico Superior en Agropecuaria

Elaborado por: Univ. MAXIMO SUBIRANA LIMPIAS

Asesor:

Sena – Pando – Bolivia

2019

HOJA DE APROBACION DE LA MONOGRAFIA

Monografía Aprobada El _____ De _____ De _____

Nombres

Firmas

Postulante: Maximo Subirana Limpias

Asesor:

Presidente: Ing. Omar Sharif Yumaa Enríquez

Tribunal 1 Dr. Noel Jesús Cuervo Calzadilla

Tribunal 2 Ing. Julián Ávila Valera

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis más sinceros agradecimientos a Dios, por estar a mi lado iluminándome a lo largo de esta vida.

A mis hermanos Pedro y Víctor Subirana por qué han hecho posible el

Inicio del éxito en mi vida, por depositar su confianza en mí, por darme su apoyo incondicional.

Mi más profundo agradecimiento a la Universidad amazónica de pando, a la Facultad de ciencias Agropecuaria, Carrera técnico superior agropecuaria por haberme acogido y formado en sus ambientes durante los años de estudio y el plantel docente por brindar sus conocimientos en mi formación.

Al Campo Experimental, perteneciente a la Unidad Académica del Sena Facultad de ciencias Agropecuaria –UAES, por permitirme la realización y proporcionarme las facilidades para la ejecución de este trabajo de investigación.

Mi más profundo agradecimiento a mis Asesores al Lic. Gandhi Terrazas Vásquez por su apoyo, orientación, colaboración, correcciones, sugerencias, y consejos vertidos durante la elaboración en campo y en documento final de monografía y al Lic. Eliaquin Pacamia quien con paciencia amabilidad supo guiarme con sus consejos, aclaraciones y profesionalismo, en la elaboración de mi monografía de grado.

A mis Tribunales Revisores compuesto por el Ing. Omar Sharif Yumaa Enríquez Ing. Ing. Julián Ávila Valera y al Dr. Noel Jesús Cuervo Calzadilla por sus observaciones, sugerencias, orientación y tiempo empleado para la mejora del documento final.

Agradezco también al Lic. Eliaquin por su apoyo brindado durante la investigación.

Finalmente agradezco por su amistad y apoyo brindado a todos mis compañeros(as), amigos(as) y estudiantes de la unidad académica y un agradecimiento especial a mi esposa Carmen Méndez Roca por su apoyo constante.

Dedicatoria

Dedico de manera especial a **DIOS** por brindarme la sabiduría, por permanecer a mi lado en cada momento a lo largo de mi vida, demostrándome que cada error es un tesoro invaluable que debemos guardar con recato para poder aprender de ello a ser mejor cada día.

A mi Padres, Pedro Subirana, Nicolás y Victoria Dávalos porque han hecho posible el éxito en mi vida, por depositar su confianza en mí y darme su cariño y comprensión.

A mis hijos, Junior, Andrés, Andrea y Mía Arianna Subirana por ser mi espíritu de superación por hacer que cada día sea aún más importante.

INDICE GENERAL

	Pag.
1.- TITULO	1
2.- INTRODUCCIÓN	1
2.1.-Tipos de Investigación	2
3.- FORMULACION DEL PROBLEMA	2
3.1.- Descripción de la problemática	2
3.2.- Delimitación del problema	2
3.3.- Planteamiento del Problema Científico	2
4.- JUSTIFICACIÓN	2
5.- OBJETIVOS	3
5.1.- Objetivo General	3
5.2.- Objetivos Específicos	3
6.- METODOLOGÍA	3
6.1.- Métodos	3
6.2.- Técnicas	3
6.3.- Materiales	4
7.- CAPITULO UNICO	5
7.1.- MARCO TEORICO	5
7.1.1.- Historia del Riego por Aspersión	5
7.1.2.- Sistema de Riego por Aspersión	5
7.1.3.- Tipos de los Sistemas de Aspersión	5
7.1.3.1.- Sistemas estacionarios	6
7.1.3.2.- Sistemas de desplazamiento continuo	9
7.1.4.- Clasificación de Sistemas de Riego Tecnificado	12
7.1.4.1.- Método de aplicación del agua	12
7.1.4.2.- Presión de Operación	13
7.1.4.3.- Tipo de Instalación	13
7.1.5.- Ventajas y Desventaja del Riego por Aspersión	13
7.1.5.1.- Ventaja del Riego por Aspersión	13

7.1.5.2.- Desventaja del Riego por Aspersión	13
7.1.6.- Criterios Generales de Diseño y Construcción	14
7.1.6.1.- Adaptación a las Características del terreno	14
7.1.6.2.- Implementación del Riego por Aspersión	14
7.1.6.3.- Componentes de un Sistema de Riego por Aspersión	15
a Base de Tuberías	
7.1.6.3.1.- Fuentes de Aguas	15
7.1.6.3.2.- Calidad del Agua	16
7.1.7.- Factores para la elección del aspersor adecuado	18
7.1.8.- Efecto de presión en la distribución del agua	18
7.1.9.- Marco de Espaciamiento entre Aspersores	19
7.1.10.- Distancia entre Aspersores y laterales	19
7.1.11.- Frecuencias de Riego	21
8.- ANÁLISIS	22
9.- RESULTADO	24
10.- CONCLUSIONES	27
11.- RECOMENDACIONES	28
BIBLIOGRAFÍA	29
ANEXOS	30

INDICE DE TABLA

	Pag.
Tabla 1 Frecuencia de riego	20
Tabla 2 Presupuesto sin asistencia técnica	25

INDICE DE FIGURA

	Pag.
Figura 1 Clasificación de los sistemas de aspersión	6
Figura 2 Esquema de un sistema móvil de aspersión	7
Figura 3 Sistema de aspersión semifijo con manguera desplazable	8
Figura 4 Sistema de riego pivote o "pívo	9
Figura 5 Sistema de riego lateral de avance frontal	10
Figura 6 Cañón de riego tipo de enrollador	11
Figura 7 Riego por aspersión	12
Figura 8 Sistema de distribución del agua	18
Figura 9 Espacio entre aspersores	19
Figura 10 Sistema de tubería	20

RESUMEN

El agua no es un recurso inagotable, por lo que la preocupación de que se agote este se ha incrementado alrededor del mundo. Siguiendo este propósito, el diseño de sistemas de riego se vuelve una solución eficiente ante esta preocupación.

Los diseños deben proporcionar suficiente agua para evitar el estrés hídrico, pero controlando la cantidad para no desperdiciarla.

Parte fundamental del diseño de un sistema de riego, es calcular la cantidad de agua que el cultivo necesita, que se la obtiene restando el agua efectiva entregada por las lluvias menos la que se pierde por evapotranspiración.

El método de riego por aspersión sugiere la colocación de aspersores a lo largo del cultivo, los que enviarán el agua al cultivo recreando a la lluvia. La distancia entre aspersores y el caudal requerido por aspersor, son los que se determinan en el diseño.

SUMMARY

Water is not an inexhaustible resource, so the concern that it runs out has increased around the world. Following this purpose, the design of irrigation systems becomes an efficient solution to this concern.

Designs must provide enough water to avoid water stress, but controlling the amount so as not to waste it.

An essential part of the design of an irrigation system is to calculate the amount of water that the crop needs, which is obtained by subtracting the effective water delivered by the rains less that lost by evapotranspiration.

The sprinkler irrigation method suggests the placement of sprinklers throughout the crop, which will send the water to the crop recreating to the rain. The distance between sprinklers and the required flow per sprinkler are those determined in the design.

AGRADECIMIENTO

agradezco primeramente a dios por que él nos da la vida, nos da las fuerzas y conocimiento para poder lograr nuestros objetivos,
en segundo lugar agradezco a mis hermanos Pedro Subirana, Víctor Subirana y Roxibel Salazar, quienes me han apoyado incondicionalmente ya que sin ellos no tendría el valor de culminar mis estudios,
a mis docentes porque ellos son los que nos brindan todos los conocimientos que adquirimos durante todo este tiempo de aprendizaje y
estoy seguro que los conocimientos adquiridos darán frutos empro de nuestra sociedad.

DEDICATORIA

Esta Monografía Esta Dedicada Primeramente A Dios Por Dar-me La Vida, Salud Y Estar Conmigo
Todos Los Días En Mi Caminar Diario,
A Mis Hijos Mia Arianna Subirana; Andrea Subirana; Andres Subirana Y Junior Subirana Quienes
Son El Motor Que Me Han Dado Fuerzas Para Poder Culminar Mis Estudios Como Profesional,
A Mis Hermanos Pedro, Victor Y Roxibel Quienes Me Apoyaron Incondicionalmente,
A Mi Padre Pedro Subirana Que Siempre Me Inculco Buenos Valores Y Me Motivo A Ser
Profesional.

1.- TITULO

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS EN LA UNIDAD ACADÉMICA EL SENA.

2.- INTRODUCCIÓN

En se considera que el riego por aspersión se inició en los primeros años del siglo xx. Sin embargo, antes de 1920 este método se limitaba a la irrigación de jardines y campos hortícolas. El desarrollo de tubería liviana de acero y mejoras de los aspersores, a partir de los años 1930, dio un gran impulso a la utilización de este sistema de riego en todos los campos agrícolas del mundo.

Los primeros registros del riego en agricultura se remontan al año 6000 a.C. en Egipto y en Mesopotamia (Irak e Irán en la actualidad) cuyos pobladores utilizaban los patrones de riada del Nilo o del Tigris y Éufrates, respectivamente. Las inundaciones que ocurrían de julio a diciembre, eran desviadas hacia los campos durante unos 40 o 60 días. Luego se drenaba el agua hacia el río en el momento preciso del ciclo de cultivo. TRAXCO (2010: 12).

En el año 3500 a.C. aparece se empieza a utilizar el nilómetro, una medida del nivel de agua del río Nilo. Este indicador de inundación consistía en una columna vertical sumergida en el río con marcas de profundidad, en intervalos.

Un segundo diseño consistiría en una serie de escaleras descendiendo en el río. Cuatro siglos después, en la primera dinastía de Egipto, se construyó el primer proyecto de riego a gran escala, bajo el reinado del rey Menes. Se utilizaron presas y canales para dirigir las aguas de inundación del Nilo hacia el lago Moeris.

Sería ya un milenio más tarde cuando aparecieron las tuberías de cemento y de roca molida. Los famosos acueductos, una invención construida por los ingenieros romanos, permitían transportar el agua salvando los desniveles del terreno. El rey babilónico Hamurabi, autor del famoso código jurídico, fue quien elaboró las primeras regulaciones sobre el *agua*. Tenía en consideración la distribución del agua.

2.1.-Tipos De Investigación

El presente trabajo de investigación a realizarse en la parcela Experimental de la unidad académica el Sena, es una monografía copilativa sistemática.

3.- FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Qué beneficios brindara la implementación de un sistema de riego por aspersion en las Hortalizas Implementado en la unidad académica el sena?

3.1.- Descripción de la Problemática

La unidad académica no cuenta con ningún tipo de sistema de riego por lo tanto no se aplica adecuadamente un sistema de riego y hace que los universitarios realicen empíricamente el riego a los cultivos.

3.2.- Delimitación del problema

Sistema de riego por (*aspersion*).

3.3.- Planteamiento del Problema Científico

Si bien las hortalizas cuentan con un riego tradicional, pero no cubre la demanda de agua que necesitan las plantas. Por tanto hay pérdidas de cultivos y baja producción.

4.- JUSTIFICACIÓN

Actualmente, dentro del municipio del sena, no existe ningún tipo de sistema de riego que pueda ser aplicado en las comunidades, por lo tanto los agricultores realizan riego empíricamente y es ahí que viene a dar solución mi trabajo de investigación utilizando poco recursos para un manejo de sistema de riego por aspersion para mejorar los productos y así elevar los recursos económicos de los agricultores.

5.- OBJETIVOS

5.1.- Objetivo General

- Implementar un sistema de riego por aspersión a través de diseño para la producción de hortalizas en la unidad académica el Sena.

5.2.- Objetivos Específicos

- Diseñar un modelo adecuado para la producción de Hortalizas en la unidad Académica el Sena.
- Consolidar un sistema de riego para la producción de Hortalizas, tecnificado, el uso de insumos de calidad, y asistencia técnica a los productores.
- Coadyuvar a la comercialización a través de articulación de productores y consumidores, orientado en el abastecimiento del mercado local a un precio justo.

6.- METODOLOGÍA

6.1.- Métodos

Los métodos teóricos que se utilizara para esta investigación son los bibliográficos que es aplicaran en los problemas del investigación, también en los marcos teóricos, introducción y justificación, ya que sin este método no se podría realizar la investigación; también se utilizará los métodos analíticos sintético en el marco teórico analizando los contenidos de autores relacionado al tema de investigación y de la situación del problema, obtenido base es de fundamentos para la investigación.

6.2.- Técnicas

Las técnicas a emplearse es el enfoque de investigación cualitativa, cuyas características se describe a continuación:

La investigación cualitativa es aquella donde se estudia la calidad de las actividades, relaciones, asuntos, medios, materiales o instrumentos de una determinada situación

o problemas. La misma procurar lograr una descripción holística, esto es, que intenta analizar exhaustivamente, con sumo detalle, un asunto o actividad en particular.

6.3.- Materiales

En concordancia con la metodología y las técnicas, emplearan los siguientes materiales:

Equipo de oficinas.

- Computador e impresoras.
- Camará fotográfica.

Material escritorio.

- Papel boom.
- Tinta para impresora
- USB.
- CDS.
- Marcador.
- Lapicero.

7.- CAPITULO UNICO

7.1.- MARCO TEORICO

7.1.1.- Historia del Riego por Aspersión

El primer sistema de riego por aspersión fue de carácter único. Se movía con su propia fuerza (el agua a presión), barriendo un círculo completo alrededor de un acoplamiento de tubería de agua giratoria. Eliminaba la tarea de cambiar el agua, la atención que es necesaria en los sistemas de gravedad, el desmantelamiento de las tuberías y el movimiento o entretenimiento bajo otro tipo de equipos de aspersión. (Traxco, 2016: 5)

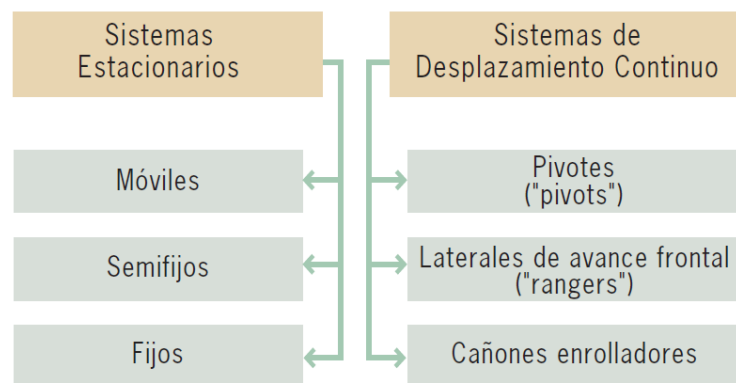
7.1.2.- Sistema de Riego por Aspersión

Los sistemas de riego en Bolivia se pueden definir como: un conjunto de estructuras hidrotécnicas necesarias para captar, conducir, distribuir y aplicar el agua al suelo para satisfacer la evapotranspiración de los cultivos en general. También son, obras que ayudan a mejorar el drenaje de los suelos. (Amurrio, 2004: 29)

7.1.3.- Tipos de los Sistemas de Aspersión

Los sistemas de aspersión suelen clasificarse según el grado de movilidad de los diversos componentes que integran el sistema. De esta manera se facilita la comprensión de su funcionamiento y además se ofrece una mejor idea acerca de los costos necesarios e inversiones a realizar. De forma general los costes de inversión se incrementan y los requerimientos de mano de obra disminuyen a medida que aumenta el número de elementos fijos del sistema.

Los sistemas de aspersión se clasifican en dos grupos: sistemas estacionarios y sistemas de desplazamiento continuo.



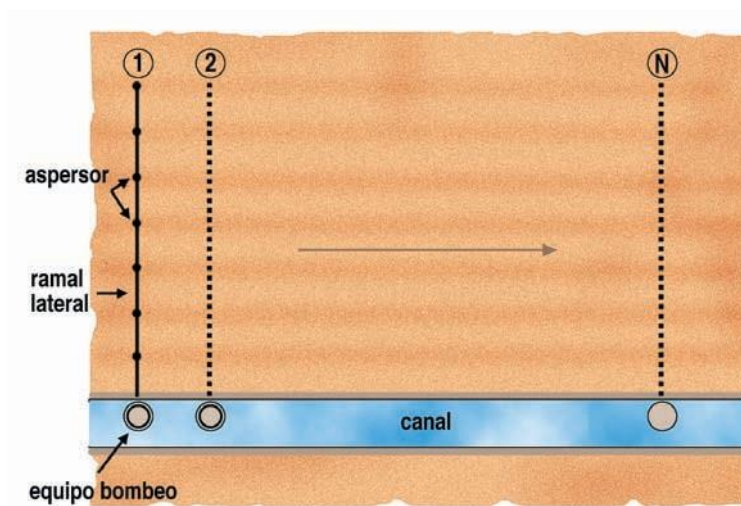
Fuente elaboración propia

Figura 1 Clasificación de los sistemas de aspersión

7.1.3.1.- Sistemas estacionarios

Son aquellos que permanecen fijos mientras riegan. A su vez se pueden clasificar en móviles, semifijos y fijos.

1.- Móviles: Son aquellos en los que todos los elementos de la instalación son móviles: tuberías primarias, secundarias y terciarias, si las hubiera, ramales de aspersión, portaaspersores y aspersores. También el equipo de bombeo puede ser móvil, normalmente accionado por un motor de combustión conectado a la toma de fuerza de un tractor, que se va desplazando.



Fuente elaboración propia
 Figura 2 Esquema de un sistema móvil de aspersión

Normalmente estos equipos suelen usarse en parcelas pequeñas o para dar riegos complementarios. También se usan en parcelas de mayor tamaño por requerir una inversión inicial reducida, aunque su uso tiende a ser cada vez menor debido al problema que suponen las fugas de agua en las conexiones de las tuberías. Se estima que en parcelas de gran tamaño tales fugas pueden suponer entre un 10 y un 15% del agua aplicada con el riego.

Los inconvenientes más destacables son que tienen un elevado coste de explotación (mano de obra para realizar los cambios de posturas, transporte de tuberías, etc.), problemas en el cambio de postura (ya que es preciso programar bien el resto de tareas que requiere el cultivo) y problemas en el manejo de los elementos que componen el sistema (aspersores torcidos, ramales mal alineados, etc.).

2.- Semifijos: Son aquellos que normalmente tienen fijos el equipo de bombeo y la red de tuberías principales, las cuales suelen ir enterradas. También en caso de existir tuberías secundarias y terciarias, irían enterradas. Pueden ser a su vez:

3.- De tubería móvil, cuando el ramal de aspersión se cambia de toma o boca de riego con los cambios de posturas de riego. Es frecuente que los ramales lleven

directamente acoplados los aspersores o bien ir dotados de mangueras que desplazan a los aspersores una determinada distancia (30 a 45 metros) pudiéndose realizar varias posturas de riego sin necesidad de cambiar el ramal de aspersión.

4.- De tubería fija, cuando el ramal está enterrado en el suelo y al cambiar de postura se mueven las portaaspersores y aspersores.



Fuente elaboración propia

Figura 3 Sistema de aspersión semifijo con manguera desplazable

5.- Fijos: Son aquellos sistemas que mantienen inmóviles todos los elementos que componen la instalación. Son sistemas de cobertura total, en los que los aspersores mojan toda la superficie que compone una unidad de riego. Se pueden diferenciar:

6.- Sistemas fijos permanentes, que son los que mantienen fijos todos sus elementos durante la vida útil de la instalación, por lo que todas las tuberías deben estar enterradas. Requieren mucho cuidado y vigilancia en las operaciones de preparación de suelo y durante la campaña de cultivo con objeto de no dañar las tuberías y los tubos portaaspersores. Son muy usuales en jardinería.

7.- Sistemas fijos temporales, los cuales se instalan al principio de la campaña de riego y se retiran al final de la misma, lo que implica que los ramales y sus tuberías de alimentación se encuentran sobre la superficie del terreno.

Es preciso tener precaución al instalar aspersores de bajo caudal cuando se emplean sistemas de cobertura total. Con frecuencia, la presión de trabajo de dichos aspersores pulveriza demasiado el agua y se originan uniformidades muy bajas.



Fuente elaboración propia
Figura 4 Sistema de riego pivote o “pívot”.

7.1.3.2.- Sistemas de desplazamiento continuo

Son aquellos sistemas que se encuentran en movimiento mientras aplican el agua. Los más usuales son los pivotes, los laterales de avance frontal y los cañones enrolladores.

1.- Pivotes o “pívot”: Son equipos de riegos autopulsados que están constituidos fundamentalmente por una estructura metálica (ala de riego) que soporta la tubería con los emisores. La máquina gira alrededor de un extremo fijo (punto pivote), por donde recibe el agua y la corriente eléctrica y en donde se sitúan los elementos de control. El ala describe un círculo o sector circular girando alrededor del extremo fijo, y sobre ella se sitúan los aspersores, mientras que en el extremo

libre se suele instalar un aspersor de gran caudal para cubrir una distancia comprendida entre 15 ó 20 metros.

El ala de riego está sostenida por unas torres metálicas con ruedas que están accionadas por motores eléctricos. Todos los tramos que forman el ala están alineados mediante unos sensores que actúan sobre el sistema motor. Dependiendo del número de tramos instalados se logra una longitud del equipo de riego comprendida entre 50 y 800 metros, lo que permite adaptar el modelo al tamaño de la finca.

Los factores que limitan este sistema de riego son la topografía, el tipo de suelo a regar y el tamaño de la parcela, de tal manera que no se recomienda que la pendiente sea superior al 15 – 20%, ni que el suelo sea muy arcilloso, lo que puede ocasionar fallos de tracción en las ruedas y que el sistema se detenga.

El “pívot” se adapta a todos los cultivos excepto aquellos donde la altura de las plantas o características del cultivo impida el paso de la máquina. Las características idóneas para este sistema de riego son terrenos llanos y suelos ligeros (de textura arenosa), llegándose a obtener una eficiencia de aplicación en torno al 80 – 85%.

2.- Laterales de avance frontal: Este sistema es más conocido como “ranger” y su estructura es semejante a la del sistema “pívot”. Consiste en un ala de riego que se desplaza frontalmente regando superficies de forma rectangular. Uno de los extremos del ala sirve de captación de agua y energía eléctrica, es autopropulsado y provoca el avance del ala de riego.



Fuente elaboración propia

Figura 5 Sistema de riego lateral de avance frontal

Las tomas de agua y electricidad han de ser móviles lo cual ocasiona mayor dificultad de instalación y funcionamiento, y además requieren una mayor inversión que el “pívot”, siendo su manejo algo más complicado.

3.- Cañones de riego: Utiliza aspersores de impacto de gran tamaño, denominados “cañones”, que trabajan a altas presiones y mojan grandes superficies de terreno. Van instalados sobre un carro o patín adaptable a distintas anchuras y alturas, según lo requiera el cultivo, y conectado al suministro de agua mediante una manguera. El equipo siempre riega hacia atrás con respecto al sentido de avance, consiguiéndose de esta manera que se desplace sobre suelo seco.



Fuente elaboración propia

Figuras 6 Cañón de riego tipo de enrollador

La modalidad más usada es la de cañones enrolladores, constituidos por un cañón instalado sobre un carro o patín con ruedas arrastrado por la propia manguera, que se enrolla en un tambor accionado por la propia presión del agua.

Los cañones pueden regar bandas de más de 100 metros de anchura y hasta 500 metros de largo. Estos sistemas están indicados para climas y cultivos en donde la lluvia permite espaciar los riegos, o bien donde se necesitan riegos de apoyo. Los

cultivos que mejor se adaptan a este sistema de riego son aquellos que cubren una gran proporción de superficie de suelo.

El riego con cañones ofrece la ventaja de que se requiere una inversión inicial baja con relación a la superficie regada, sin embargo necesitan una elevada presión de trabajo (normalmente entre 4 y 10 kg/cm²). Además, el impacto de grandes gotas sobre el cultivo y el suelo puede ser perjudicial para el cultivo, sobre todo cuando éste se encuentra en germinación, fase inicial de desarrollo o floración. Por último, son sistemas muy afectados por el viento, debido a la gran altura y longitud que alcanza el chorro de agua, lo que supone uniformidad de aplicación más baja que otros sistemas de aspersión.

7.1.4.- Clasificación de Sistemas de Riego Tecnificado

Los sistemas de riego tecnificado se clasifican a partir de tres criterios:

7.1.4.1.- Método de aplicación del agua

Sistemas de riego por aspersión. Estos sistemas simulan una lluvia sobre los cultivos Sistema de Goteo y Microaspersión. El agua se aplica de manera casi directa al lugar en el que se desarrolla la raíz de la planta.



Fuente elaboración propia
Figura 7 Riego por aspersión

7.1.4.2.- Presión de Operación

Sistemas de baja presión. Sistemas en el que la presión de operación fluctúa en el orden de 5 a 15 metros de columna de agua.

Sistemas de mediana presión. Sistemas en el que la presión de operación fluctúa en el orden de 15 a 35 metros de columna de agua.

Sistemas de alta presión. Sistemas en el que la presión de trabajo es superior a los 35 metros de columna de agua.

7.1.4.3.- Tipo de Instalación

Instalaciones fijas, semi-fijas y móviles

7.1.5.- Ventajas y Desventaja del Riego por Aspersión

7.1.5.1.- Ventaja del Riego por Aspersión

- Utiliza menos agua que el sistema de riego por inundación.
- La aspersión funciona como si fuera una lluvia natural.
- El mayor uso de mano de obra está en la operación del sistema y, más específicamente, en la rotación de los equipos en el terreno en cada turno de riego. En todo caso, esta labor es menos ardua que la requerida para el manejo de los sistemas de inundación, principalmente por surcos.
- Es fácilmente comprensible y aceptado por los productores porque imita la lluvia y se aproxima al concepto de “echar agua al suelo”. La operación no es difícil: requiere de cierta mano de obra para rotar los equipos y controlar el funcionamiento de la tubería y aspersores.

7.1.5.2.- Desventaja del Riego por Aspersión

- Utiliza por lo menos el doble que el sistema de riego por goteo.

- Las gotas aspergidas chocando contra la superficie del suelo pueden producir erosión.
- El riego por aspersión debe ser evitado en zonas de laderas o utilizado con mucho cuidado, protegiéndose bien el suelo con cobertura vegetal y utilizando aspersores de baja energía, que producen gotas más pequeñas.
- La salpicadura de las gotas de agua contra el suelo y su depósito sobre los tallos y hojas de los cultivos pueden transportar ciertos patógenos, así como desde plantas enfermas hacia otras sanas.

7.1.6.- Criterios Generales de Diseño y Construcción

El diseño y la construcción de las obras de riego en los sistemas auto gestionados en zonas montañosas deben basarse en los siguientes criterios generales: sostenibilidad y durabilidad, funcionalidad y flexibilidad, manejabilidad y transparencia, mantenibilidad, seguridad y eficiencia de costos (Bottega y Hoogendam, 2004: 23).

7.1.6.1.- Adaptación a las Características del terreno

Se adapta mejor a terrenos planos o semi planos. A medida que aumenta la pendiente, se incrementa el riesgo de erosión debido al desprendimiento de partículas de suelo que causa el impacto de las gotas. Además, a medida que aumenta la pendiente, la distribución del agua es cada vez más desigual, formando un círculo de menor radio del lado superior del aspersor, donde se aplica más agua y con más presión. En áreas con pendiente se recomienda utilizar aspersores que producen gotas pequeñas y que requieren menos carga o presión.

7.1.6.2.- Implementación del Riego por Aspersión

Según Amurrio (2004). Menciona que el método corresponde a la forma aérea de aplicación del agua al suelo, en este método el agua es conducido por tuberías a presión a la zona de riego o parcelas y por medio de los aspersores el agua es lanzada en forma de un chorro a gran velocidad que se dispersa en el aire en un conjunto de gotas que cae sobre el suelo en forma de lluvia más o menos intensa y

uniforme para infiltrarse casi en el mismo punto donde alcanza la superficie del suelo.

Según Bottega & Hoogendam (2004). Indican que la tubería es la sucesión de tubos y piezas especiales, que unidas adecuadamente pueden formar una estructura de conducción de agua para riego. Las tuberías son una buena alternativa de conducción de agua para riego en las siguientes situaciones:

1. Cuando la ladera por donde se quiere llevar el agua es inestable y amenaza de derrumbes, en terrenos demasiado rocosos y la construcción de un canal resulta difícil y costosa.
2. Cuando se quiere llevar el agua por una pendiente no uniforme desde una fuente ubicada en una cota más alta hasta una cota menor y cuando se quiere minimizar las pérdidas por filtración y evaporación.
3. En caso de parcelas en terreno accidentado, la tubería es muy adecuada para la conducción del agua dentro de la parcela.
4. Cuando los caudales a conducir son tan pequeños que resulta económicamente más conveniente conducirlos por tubería antes que construir pequeños y más costosos canales.

7.1.6.3.- Componentes de un Sistema de Riego por Aspersión a Base de Tuberías

Según Lara (1990). Señala que los componentes del sistema de riego por aspersión son los siguientes:

7.1.6.3.1.- Fuentes de Aguas

Las fuentes de abastecimiento de agua pueden ser:

1. Subterráneas.
2. Superficiales.
3. Pluviales.
 - ✓ Subterráneas: manantiales, pozos, nacientes;

- ✓ Superficiales: lagos, ríos, canales, etc.
- ✓ Pluviales: aguas de lluvias.

7.1.6.3.2.- Calidad del Agua

La calidad de las aguas es uno de los elementos estudiados cuando se valora la sostenibilidad de las cuencas. El agua es un elemento fundamental para la vida de los seres humanos, está presente en todas las actividades que realizan y hasta hoy no se conoce otra sustancia que pueda sustituirla, por esa razón, se considera que es el recurso que definirá el desarrollo sostenible.

Según Fuentes (2003). Plantea que la calidad del agua para riego depende del contenido y tipo de sales. Según este autor los problemas más comunes derivados de la calidad del agua se deben a los siguientes efectos:

- **Salinidad:** a medida que aumenta el contenido de sales en la solución del suelo, se incrementa la tensión osmótica y, por tanto, la planta tiene que hacer mayor esfuerzo para absorber el agua por las raíces, o sea, disminuye de la cantidad de agua disponible para las plantas.
- **Infiltración del agua en el suelo:** contenidos relativamente altos de sodio y bajos de calcio provocan que las partículas de suelo tiendan a disgregarse, ocasionando una reducción en la velocidad de infiltración del agua, que puede implicar poca disponibilidad de agua en el suelo.
- **Toxicidad:** algunos iones, tales como sodio, cloro y boro, se pueden acumular en los cultivos en concentraciones suficientemente altas como para reducir el rendimiento de las cosechas, además facilitan la obstrucción de algunos sistemas de riego.
- **Otros efectos:** en ocasiones hay que considerar los nutrientes contenidos en el agua de riego, con el fin de restringir la fertilización o porque produzcan excesos contraproducentes. Otras veces pueden producir corrosión excesiva en el equipo de riego, aumentando costos de mantenimiento.

- **Equipo de bombeo:** Para llevar a cabo la elección del equipo de bombeo para un pozo profundo es necesario conocer la cantidad de agua que será posible extraer del mismo, así como, las alturas de succión y descarga (estáticas y dinámicas). Con estos parámetros se definen teóricamente la potencia requerida y por defecto elegir el equipo necesario. Además hay otros factores que hay que tomar en cuenta para elegir el equipo de bombeo adecuado tales como; las condiciones del pozo, es preciso mencionar que un pozo ideal es el que da agua limpia, fría, sin sólidos y sin gas, sin que baje en exceso, su nivel estacional durante el año. Existen gran variedad de requisitos que se deben tomar en cuenta para asegurar la vida útil.
- **Tubería principal:** Al inicio de la tubería principal se tiene una válvula o llave de paso. El material puede ser de plástico PVC, el diámetro estará en función del equipo establecido según el diseño hidráulico.
- **Tuberías secundarias:** estas tuberías se bifurcan desde la tubería principal hacia las tuberías laterales que pueden ser de material similar que la tubería principal.
- **Tuberías laterales:** están unidas a las tuberías secundarias o también al principal por medio de té de PVC el lateral conduce el agua a la porta aspersores.
- **Porta Aspersores:** la porta aspersor está dispuesto en posición vertical.
- **Aspersores:** el aspersor dispersa o distribuye el agua sobre la superficie del suelo a través de una o varias boquillas por efecto de la presión del agua.

El rango de la **presión de trabajo** de los aspersores es:

- Presión baja: < 2 kg/cm². Aspersores chicos. Riego uniforme. Uso en jardinería.
- Presión media: 2 y 4 kg/cm². Cultivos extensivos.
- Presión alta: > 4 kg/cm². Aspersores grandes.
- Por el **tamaño de las gotas** se aconseja su uso en:
- Gotas finas. Suelos arcillosos. Riego a flores, hortalizas.

- Gotas medias: Suelos francos. Riego agrícolas, frutales.
- Gotas gruesas: Suelos sueltos. Riego de praderas.

La cantidad de agua de riego requerida depende de los siguientes factores:

Por el **tamaño de las gotas** se aconseja su uso en:

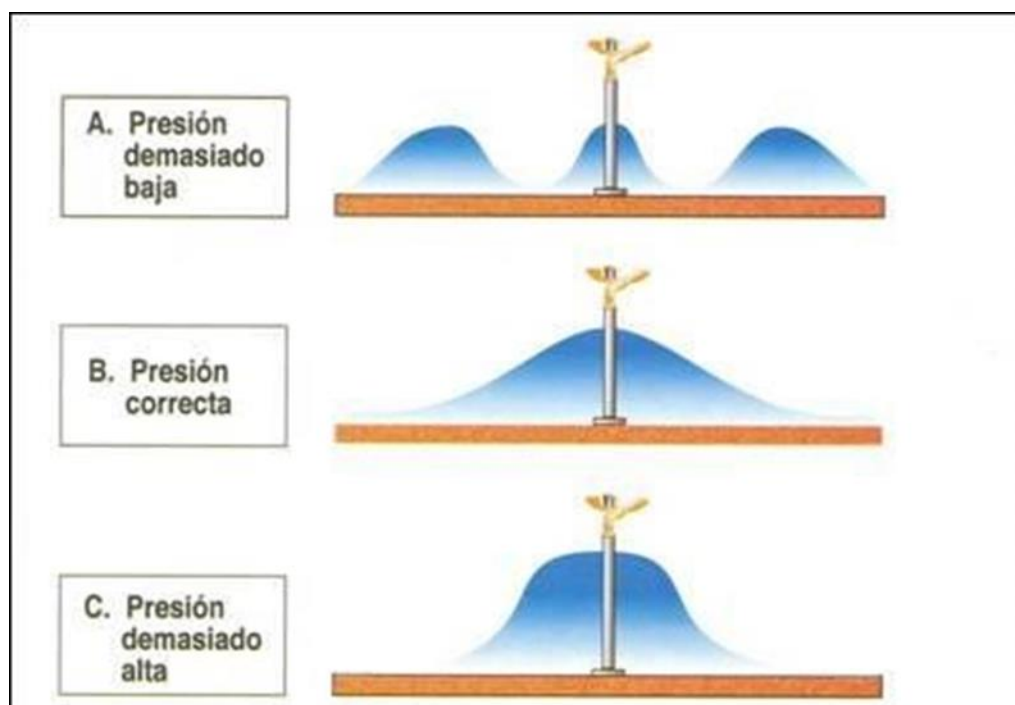
- Gotas finas. Suelos arcillosos. Riego a flores, hortalizas.
- Gotas medias: Suelos francos. Riego agrícolas, frutales.
- Gotas gruesas: Suelos sueltos. Riego de praderas.

7.1.7.- Factores para la elección del aspersor adecuado

Para elegir un aspersor es importante tener en cuenta los siguientes factores:

- Distancia de ubicación de la parcela
- Tipo de suelo
- Velocidad del viento
- Tipo de cultivo

7.1.8.- Efecto de presión en la distribución del agua



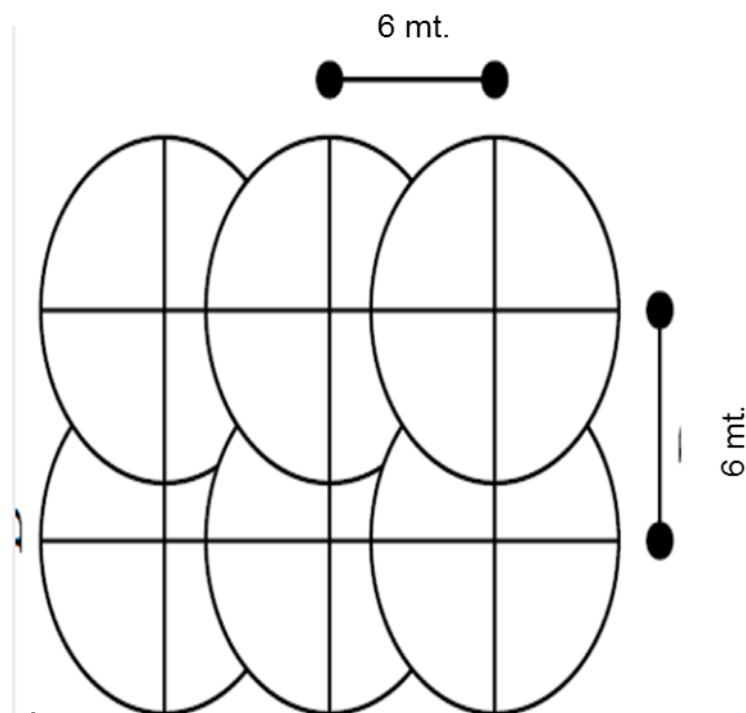
Fuente elaboración propia

Figura 8 Sistema de distribución del agua

7.1.9.- Marco de Espaciamiento entre Aspersores

El distanciamiento entre aspersores es uno de los aspectos más importante y fundamentales en el diseño, se recomienda las siguientes separaciones.

Regar de manera uniforme con aspersores necesariamente deben sobreponerse las área de manejo, tal como se muestra en la figura.



Fuente elaboración propia
Figura 9 Espacio entre aspersores

7.1.10.- Distancia entre Aspersores y laterales

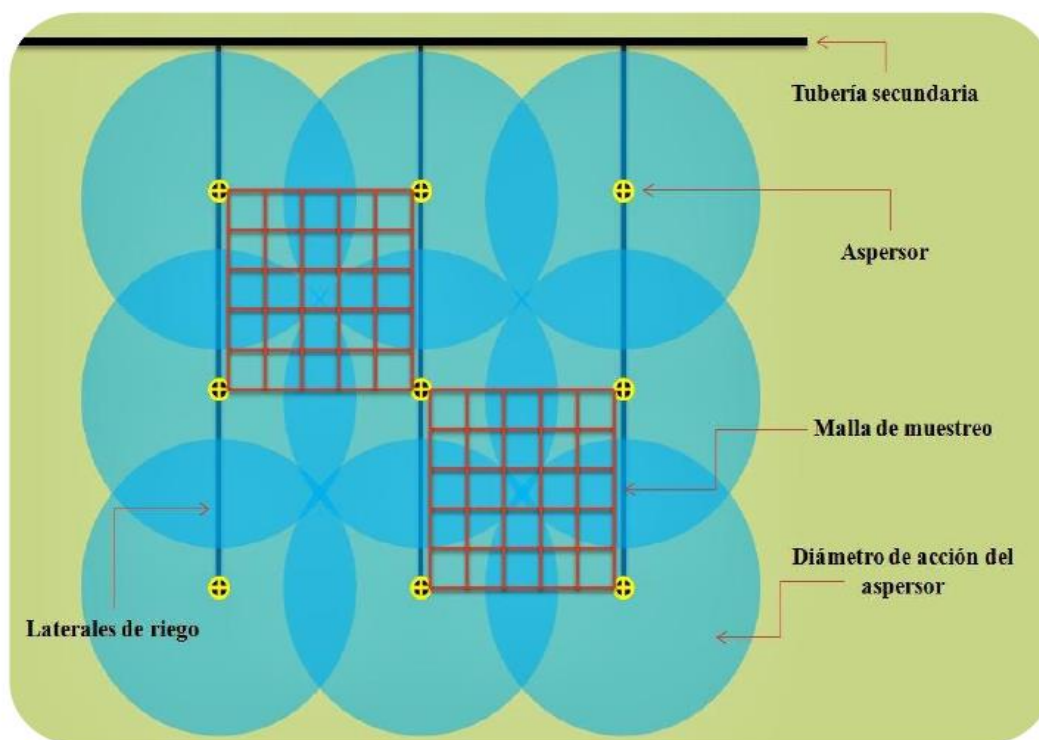
La distancia entre aspersores depende del diámetro de mojado o humedecimiento del aspersor

Para mojar (regar) el suelo de forma homogénea tiene que haber necesariamente un traslape o solapamiento o sobre posición entre aspersores. Sin un traslape suficiente

y/o adecuado el riego no podrá ser uniforme y con ello el desarrollo de las plantas será también desuniforme.

La distancia entre dos posiciones (distancia entre laterales) generalmente está en el margen del 60% a 65% del diámetro de mojado. Por ejemplo: si un aspersor moja o riega 20 metros de lada (40 metros de diámetro) una siguiente posición debe estar al 60% de los 20 metros, es decir, debe estar a 12 metros de distancia.

Distancias comunes o generales que se pueden aplicar con aspersores de mediana presión están en el orden de 10 metros por 10 metros, 12 metros por 12 metros y hasta 15 metros por 15 metros.



Fuente elaboración propia
Figura 10 Sistema de tubería

7.1.11.- Frecuencias de Riego

Tabla 1
Frecuencia de riego

Es importante saber:

CULTIVO	SUELO ARENOSO	SUELO ARCILLOSO
Hortalizas	Regar cada 2 a 3 días	Regar cada 4 a 7 días
Papa, Arveja, Haba	Regar cada 5 a 7 días	Regar cada 8 a 10 días
Maíz Haba Alfalfa	Regar cada 2 a 6 días	Regar cada 4 a 14 días

Fuente elaboración propia

- En suelos arenosos el tiempo de riego es corto y la frecuencia de riego es menor.
- En suelos duros o arcillosos el tiempo de riego es largo y la frecuencia de riego es mayor.

8.- ANÁLISIS

En las investigaciones realizadas de acuerdo al marco teórico bibliográfico se evidencia diferentes teorías relacionadas al trabajo propuesto las cuales aportan al objetivo principal como sustento del conocimiento en la aplicación práctica de la parcela demostrativa de la Unidad Académica el Sena. En consecuencia se muestra las siguientes teorías:

1. El primer sistema de riego por aspersión fue de carácter único. Se movía con su propia fuerza (el agua a presión), barriendo un círculo completo alrededor de un acoplamiento de tubería de agua giratoria. Eliminaba la tarea de cambiar el agua, la atención que es necesaria en los sistemas de gravedad, el

desmantelamiento de las tuberías y el movimiento o entretenimiento bajo otro tipo de equipos de aspersión. (Traxco, 2016: 5)

2. Los sistemas de riego en Bolivia se pueden definir como: un conjunto de estructuras hidrotécnicas necesarias para captar, conducir, distribuir y aplicar el agua al suelo para satisfacer la evapotranspiración de los cultivos en general. También son, obras que ayudan a mejorar el drenaje de los suelos. (Amurrio, 2004: 29)
3. Según Amurrio (2004). Menciona que el método corresponde a la forma aérea de aplicación del agua al suelo, en este método el agua es conducido por tuberías a presión a la zona de riego o parcelas y por medio de los aspersores el agua es lanzada en forma de un chorro a gran velocidad que se dispersa en el aire en un conjunto de gotas que cae sobre el suelo en forma de lluvia más o menos intensa y uniforme para infiltrarse casi en el mismo punto donde alcanza la superficie del suelo.
4. Según Bottega & Hoogendam (2004). Indican que la tubería es la sucesión de tubos y piezas especiales, que unidas adecuadamente pueden formar una estructura de conducción de agua para riego. Las tuberías son una buena alternativa de conducción de agua para riego en las siguientes situaciones:
 - ✓ Cuando la ladera por donde se quiere llevar el agua es inestable y amenaza de derrumbes, en terrenos demasiado rocosos y la construcción de un canal resulta difícil y costosa.
 - ✓ Cuando se quiere llevar el agua por una pendiente no uniforme desde una fuente ubicada en una cota más alta hasta una cota menor y cuando se quiere minimizar las pérdidas por filtración y evaporación.
 - ✓ En caso de parcelas en terreno accidentado, la tubería es muy adecuada para la conducción del agua dentro de la parcela.
 - ✓ Cuando los caudales a conducir son tan pequeños que resulta económicamente más conveniente conducirlos por tubería antes que construir pequeños y más costosos canales.

9.- RESULTADO

Sobre la base del análisis bibliográfico en la investigación se menciona que el diseño de la instalación de riego por aspersión está encaminado a determinar la capacidad del sistema y su aptitud para ser usado en diferentes cultivos. Puede dividirse en el diseño agronómico, donde se analizan aspectos relacionados con el clima, los cultivos, el suelo y costes de explotación, entre otros; y el diseño hidráulico, con el que se llegaron a determinar las dimensiones y características de los componentes de la instalación. Es una labor destinada a personal técnico cualificado, aunque es deseable que el agricultor conozca el proceso de diseño y colabore tomando decisiones según sus criterios.

El diseño agronómico permitirá determinar las necesidades de agua del cultivo en la época en que éste necesita mayor cantidad. Para ello es preciso tener en cuenta la influencia del clima (evapotranspiración de referencia) y del cultivo (coeficiente de cultivo), lo que proporcionará valores de evapotranspiración. Junto a otras características como marco de aspersión, lluvia media del sistema, intervalo entre riegos y eficiencia de aplicación del sistema de riego, se podrá calcular el tiempo de riego necesario para aplicar el agua requerida por el cultivo.

Para aplicar las necesidades de riego brutas eficientemente es preciso contar con un sistema de riego bien diseñado. Se debe elegir una uniformidad de aplicación suficientemente alta para conseguir que el cultivo se desarrolle lo más homogéneamente posible, lo que implica que las presiones se mantengan dentro de unos límites determinados y en consecuencia también lo sean los caudales aplicados. Asimismo, existen otra serie de recomendaciones que serán aplicables en mayor o menor medida según las características de cada sistema. A continuación se detalla un presupuesto sin asistencia técnica para su implementación en la Unidad Académica el Sena.

Tabla 2
Presupuesto sin asistencia técnica

N°	DETALLE	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO /UNIT. Bs.	TOTAL
1	Equipos y herramientas para el manejo del cultivo de hortaliza				
1	Machete	1	Unidad	25,00	25,00
2	Azadón	1	Unidad		,00
3	Rastrillo	1	Unidad		,00
4	Motocultor	1	Unidad		,00
5	flexo metro	1	metro	40	40,00
6	Pita de pescar	1	Unidad	10,00	10,00
2	Materiales e insumos				
7	Semilla de cebolla				
8	Fertilizante granulado (NPK)				
9	Sustrato de almendra				
3	Equipo para bombeo de agua				3.554,40
10	Moto bomba a gasolina 2x2 2.5 hp	2		2.800,00	2.800,00
11	Manguera de succión 2" con filtro	2	unidad	470,00	470,00
	Aceite para motor 20/40	4	litro	30,00	60,00
	Gasolina	120	litro	3,74	224.40,00
4	Materiales para sistema de riego				3.688,00
12	conducción				
13	Tubería PEAD 2"	4	unidad	200,00	800,00
14	Tubería PEAD 1 1/2	10	unidad	16.70	167,00
	Tubería pvc 11/2	8	unidad	45,00	360,00
15	Te pvc 2"	2	unidad	40,00	80,00
16	Codo 90° pvc 2"	1	unidad	20,00	20,00
17	Reducción pvc 2" R- 11/2	3	unidad	20,00	60,00
18	Reducción pvc 2"	3	unidad	30,00	90,00

18	Unión pvc 2"	2	unidad	20,00	40,00
19	Abrazadera acero inoxidable 2"	3	unidad	10,00	40,00
20	Unión pvc 1 1/2	13	unidad	8,00	104,00
21	Teflón 3/4	10	unidad	5,00	50,00
22	abrazadera 1 1/2	24	unidad	2,00	48,00
32	acople	18	unidad	8,00	144,00
24	Aspersor	10	unidad	90,00	900,00
25	Aspersor	10	unidad	60,00	600,00
26	Terraja 2"	1	unidad	160,00	160,00
27	Terraja 1/2	1	unidad	25,00	25,00
28					
TOTAL					6.520,00

Fuente elaboración propia

10.- CONCLUSIONES

Existen diversos sistemas de riego, los cuales sirven para diferentes tipos de cultivo, diferentes topografías, zonas climáticas y características de cultivo. Depende de cada uno de estos factores para escoger y diseñar el sistema que mejor se adapte y que mayores beneficios brinde para el caso específico. Por ejemplo, no se pueden utilizar sistemas superficiales, con el de gravedad por surcos, para cultivos que no toleran mucha agua y que se pueden ahogar. Por otro lado, para cultivos muy delicados como el de la lechuga, no se recomienda utilizar sistemas por aspersión debido a la delicadez de las hojas de este cultivo.

Existen varios tipos de cultivo, por ejemplo, hay cultivos de períodos largos, cultivos que no soportan heladas, cultivos que resisten estrés hídrico, cultivos que se siembran en hileras, cultivos que se siembran al voleo. Dependiendo del tipo de cultivo, se escoge el método de riego.

La geografía y topografía del terreno son factores muy importantes al momento de escoger el método de riego. Por ejemplo, si se tiene un terreno con mucha pendiente, el método de gravedad por surcos no es la mejor opción. Por otro lado, para un terreno demasiado empinado se recomienda hacerlo terrazas y regarlo superficialmente. También se puede hacer el riego por el método de aspersión para este tipo de terreno, ya que este método se adapta a la mayoría de terrenos.

11.- RECOMENDACIONES

- ✓ En sistemas de riego por aspersión la causa principal para la obstrucción o taponamiento de las boquillas o pitones del aspersor son los sólidos en suspensión (arena gruesa, grava, piedras) y material biológico (algas, hojas, ramas, insectos, batracios, anuros, ofidios).
- ✓ Es recomendable que después de cada campaña de riego revisar las boquillas de los aspersores.
- ✓ Controlar el funcionamiento del resorte del brazo del aspersor, manteniendo su tensión para garantizar la velocidad recomendada de operación.

- ✓ Para verificar el correcto funcionamiento del aspersor, se puede probar su comportamiento midiendo su descarga y presión.

BIBLIOGRAFÍA

- Gomella, C. and H. Guerree. La distribución del agua en las aglomeraciones urbanas y rurales. 2da edición. Madrid: Editores técnicos asociados.
- Gomella, C. and H. Guerree. Tratamiento de aguas para abastecimiento público. Madrid: Editores técnicos asociados, 1977.
- Kneese, Allen. The Economics of Regional Water Quality Management. USA: 1964.
Leliavsky, Serge. Irrigation Engineering: Canals and Barrages, Vol. I. London: Chapman and Hall, 1965.
- Nielsen, David. Ground-water Monitoring. Paris: Lewish Publisher, 1991.

ANEXOS





