

I Introducción

En México el desarrollo agropecuario es gran importancia, debido al vínculo que existe con la pobreza, y la irrigación en la agricultura es fundamental en el desarrollo y crecimiento.

En la actualidad, la tecnificación del riego deberá ser encaminada al ahorro del agua y la energía eléctrica y al aumento de la productividad, utilizando el agricultor la tecnología que mejor se adapte a las necesidades del cultivo, tipo de tierra, condiciones de terrenos y a las necesidades de agua, congruentes con la disponibilidad del recurso natural.

De la gama de alternativas de riego existentes, la de pivote central es una opción viable para muchas zonas agrícolas del país ya que por lo general tienen eficiencias de aplicación superiores al 90% y un manejo sencillo, similar al de la maquinaria agrícola de uso común. Los sistemas de riego por pivote central funcionan por aspersión mecanizada de tipo continuo y consisten en una línea lateral con aspersores, la cual tiene uno de sus extremos fijos a un pivote mientras que el otro extremo se desplaza en círculos alrededor del punto pivote. En el capítulo III se describen los detalles de los tipos de pivotes, los componentes del sistema, los paquetes de aspersores y las ventajas y desventajas del equipo de pivote central.

El presente trabajo parte del hecho de que el riego es determinante para la producción de alimentos y por tanto un factor en el incremento de la seguridad alimentaria, el crecimiento agrícola y productivo, y el desarrollo humano en las zonas rurales del país. Sin embargo, la irrigación tiene repercusiones ambientales principalmente en la sobreexplotación del recurso natural más importante, el agua. En México, el consumo de agua en el sector agropecuario representa el 78% del total del país y de los 6533 acuíferos, 102 se encuentran sobreexplotados. Esta problemática conduce a la búsqueda de estrategias para optimizar el uso del agua en la agricultura y es objeto de este trabajo hacer énfasis sobre la eficiencia del uso del agua y la energía eléctrica mediante tecnologías modernas de riego.

En el Capítulo I de este trabajo se presenta una descripción de la situación del agua y el desarrollo de la irrigación en México ya que los recursos hídricos y la infraestructura hidráulica para riego están distribuidos de manera desigual por el país, lo que crea realidades muy diferentes. Por tal razón, se requiere hacer frente a los desafíos clave del sector riego, incluyendo: el deterioro de la calidad del agua, poca eficiencia de los sistemas de riego y drenaje, marcos institucionales y jurídicos débiles, costos excesivos de operación y mantenimiento, vulnerabilidad frente a la variabilidad y cambio climático.

En México, la superficie con riego representa el 25% de la superficie cosechada total y el valor de su producción constituye el 54% de las cosechas totales. Esto significa que la productividad de la tierra (\$/ha) en áreas de riego es 3.5 veces mayor que en las de temporal.

México se encuentra entre los 10 países con mayor superficie irrigada y la agricultura es por mucho el mayor consumidor del recurso hídrico del país al utilizar casi 8 de cada 10 litros de agua. Sin embargo las pérdidas en la conducción, distribución y aplicación del agua representan un volumen muy importante, del orden del 60%.

De acuerdo con lo anterior, resulta evidente la necesidad de ser eficientes en el uso del agua en la agricultura y que cualquier mejora obtenida en este sector tendrá mayor repercusión en el global de los ahorros obtenidos en otros usos consuntivos. Las principales líneas de acción recomendadas por los organismos nacionales e internacionales relevantes son: incrementar la eficiencia en la aplicación a través de un sistema de riego tecnificado; emplear agua tratada en la agricultura para sustituir fuentes primarias; y modernizar la infraestructura existente para reducir pérdidas en la conducción y distribución.

Durante años, el Ingeniero Civil enfocó sus esfuerzos a los grandes proyectos hidráulicos cuyo objetivo principal era incrementar el número de hectáreas irrigadas en el país y dejó el manejo parcelario al Ingeniero Agrónomo. Actualmente, la prioridad es incrementar la productividad con un uso cada vez más eficiente del agua y de la energía eléctrica. Para ello se han desarrollado novedosos sistemas de riego cuyos proyectos, cada vez más elaborados, requieren la participación de equipos interdisciplinarios, especialmente en el campo de la Ingeniería Civil.

Con base en lo descrito en los párrafos anteriores, es objeto de este trabajo realizar una investigación, para conjuntar conceptos básicos de análisis y diseño e instalación de un sistema de riego tecnificado que permita hacer un uso eficiente del agua y de la energía así como lograr un incremento en la productividad. Por otra parte el objetivo personal de esta investigación, es consolidar los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera de Ingeniería Civil ya al integrar paso a paso el desarrollo de esta tesis, demostrar que tengo las características y el perfil de un profesional en Ingeniería Civil, comprometido con la sociedad y con el cuidado de la naturaleza.

A continuación se señalan los objetivos específicos y la orientación de la investigación, el marco teórico y la descripción de la planeación, la organización y ejecución de los trabajos correspondientes a la instalación y la operación del equipo propuesto. Dichos objetivos son los siguientes:

- En lo social, presentar un documento de consulta como un libro de información específica ya recopilada que permita al agricultor que desea tecnificar su parcela; a los estudiantes de Ingeniería Civil y/o de Ingeniería Agrícola y al lector interesado en el tema de riego tecnificado. El contenido de este trabajo permite conocer principios y conceptos fundamentales que van desde la datos generales, la descripción de diferentes sistemas de riego, los estudios preliminares requeridos, la determinación de las necesidades de riego, el diseño del equipo y diseño del cabezal de bombeo y línea de distribución, los materiales utilizados, los cálculos hidráulicos, así como la metodología utilizada en la planeación, en el diseño del equipo, los trabajos relativos de obra civil, las instalaciones eléctricas, las instalaciones electromecánicas y los trabajos de montaje de los equipos de pivote central.
- En lo relativo al aspecto técnico, presentar el marco teórico, las diferentes tecnologías disponibles en relación con los sistemas de riego, con énfasis en los sistemas de riego de pivote central.
- En lo ecológico, contribuir en la concientización del cuidado del ambiente y de los recursos

naturales con propuestas para el uso eficiente del agua y la energía que permitan abatir la concentración de Gases de Efecto Invernadero (GEI) emitidos por las actividades humanas. Se hace énfasis en los impactos ambientales de los sistemas de riego, saturación y salinización de los suelos y sobre la eficiencia del uso del agua.

En los capítulos siguientes además de revisar la situación del agua y el desarrollo de la irrigación en México, se presentan los principales sistemas de riego tecnificado disponibles y en este marco de referencia se describen en el Capítulo III, los diferentes tipos de sistemas de riego por pivote central y las partes que los conforman. En el Capítulo IV se presenta un apartado sobre estudios preliminares requeridos como son las características geométricas y topográficas del terreno, el tipo de suelo, las fuentes de abastecimiento de agua, las fuentes de energía y lo referente al cultivo y al clima. El tema sobre la determinación de las necesidades de riego se describe en el capítulo V y en el VI se explica el proceso de diseño del equipo de riego, la determinación del tipo de pivote, el dimensionamiento geométrico y el diseño hidráulico. En los capítulos VII y VIII se presenta el diseño del cabezal de bombeo y línea de distribución y las consideraciones generales para el diseño electromecánico respectivamente. En el Capítulo IX, se incluye un caso práctico en el que participé en las diferentes etapas del proyecto de la Huerta La Trinidad en Huamantla Tlaxcala, que abarcan desde metodología utilizada en la planeación, en el diseño del equipo, los trabajos de obra civil, las instalaciones eléctricas, las instalaciones electromecánicas y los trabajos de montaje de los equipos de pivote central. Finalmente en el capítulo X se compila un conjunto de conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación realizada.