



LA ECONOMIA EN EL RIEGO Y SU IMPACTO AMBIENTAL

Paula Marisol Plaza Zambrano
Leonardo Gonzalo Matute
Ramiro Remigio Gaibor Fernández
Luis Tarquino Llerena Ramos

compAs
Grupo de capacitación e investigación pedagógica



LA ECONOMIA EN EL RIEGO Y SU IMPACTO AMBIENTAL



Paula Marisol Plaza Zambrano
Leonardo Gonzalo Matute
Ramiro Remigio Gaibor Fernández
Luis Tarquino Llerena Ramos

LA ECONOMIA EN EL RIEGO Y
SU IMPACTO AMBIENTAL



LA ECONOMIA EN EL RIEGO Y
SU IMPACTO AMBIENTAL

© Paula Marisol Plaza Zambrano
Leonardo Gonzalo Matute
Ramiro Remigio Gaibor Fernández
Luis Tarquino Llerena Ramos

Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Una obra de relevancia producto del
4to. Congreso Internacional de Educación
Superior

Publicado por acuerdo con los autores.

© 2021, Editorial Grupo Compás
Guayaquil-Ecuador

Grupo Compás apoya la protección del copyright, cada uno de sus textos han sido sometido a un proceso de evaluación por pares externos con base en la normativa del editorial.

El copyright estimula la creatividad, defiende la diversidad en el ámbito de las ideas y el conocimiento, promueve la libre expresión y favorece una cultura viva. Quedan rigurosamente prohibidas, bajo las sanciones en las leyes, la producción o almacenamiento total o parcial de la presente publicación, incluyendo el diseño de la portada, así como la transmisión de la misma por cualquiera de sus medios, tanto si es electrónico, como químico, mecánico, óptico, de grabación o bien de fotocopia, sin la autorización de los titulares del copyright.

Editado en Guayaquil - Ecuador

ISBN:978-9942-33-422-0



Cita.

Plaza, P., Gonzalo, L., Gaibor, R., Llerena, L. (2021) LA ECONOMIA EN EL RIEGO Y SU IMPACTO AMBIENTAL . Editorial Grupo Compás.

PREFACIO

Este trabajo constituye para los autores una síntesis y un punto de partida, una sistesis por cuanto representa el resultado de una reflexión de la experiencia de varios años de trabajo como docentes universitarios y el resumen de los conocimientos de la economía de la empresa agrícola, la aplicación del riego en la agricultura y su impacto ambiental, adquiridos en varios eventos académicos y, en algunas lecturas personales.

Constituye un punto de partida, porque al concluir la escritura del libro queda la sensación de que, si bien se han dado pasos en la dirección de corregir errores; son infinitas las posibilidades de mejorar la comprensión de la importancia del manejo eficiente de la actividad agrícola.

En este libro se encuentra información técnica y científica, expuesta de manera pedagógica y secuencial, fácil de entender por estudiantes y profesionales que incursionan en la actividad agrícola.

Con la publicación de este libro, se aporta al mejoramiento académico y a la elevación de los niveles de discusión de temas sobre la economía del riego en la agricultura y su impacto ambiental y, por último, se contribuye al desarrollo del sector agrícola del país.

DEDICATORIA

De manera especial a todos los estudiantes que pasaron y están en las aulas universitarias de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UTEQ.

INTRODUCCIÓN

La agricultura es una de las principales áreas estratégicas para el desarrollo de los países, los productos y derivados de la agricultura son destinados para satisfacer las necesidades alimentarias a nivel mundial; contribuir con el crecimiento económico y social de los países.

El manejo eficiente de la empresa agrícola y la implementación del riego en la agricultura con el mínimo impacto ambiental para lograr la productividad, adquiere una especial importancia en la estructura económica y social del país, al estar inmersa en un nuevo contexto globalizador, se enfrenta a nuevas problemáticas, a nuevos retos, lo que obliga a la actividad agrícola adoptar o desarrollar nuevas alternativas de acción para poder permanecer e incorporarse a mercados competitivos.

El presente libro tiene como finalidad proporcionar al estudiante información sobre la importancia que tiene la aplicación de la economía en la actividad agrícola, contribuyendo en la determinación de los precios de venta en relación a los costos de producción, establecer la relación beneficio neto, la productividad y competitividad de la empresa agrícola.

Las actuales condiciones en la variabilidad del clima en el país, nos hace repensar en las formas y técnicas empleadas en la agricultura. Una de éstas es la optimización y manejo eficiente del recurso agua mediante el riego, además, la importancia que tiene la implementación de sistemas riego en la agricultura para lograr una mejor productividad y, por último, el desarrollo de estrategias que contribuyan a minimizar el riesgo del impacto ambiental producido con la implementación del riego.

Este texto nace como una contribución al manejo eficiente de la actividad agrícola, al mejoramiento de la tecnificación del riego y el estudio de su impacto ambiental; cuenta con información adquirida a través de varios eventos nacionales e internacionales en el área, la experiencia en campo, y a través de la cátedra universitaria; Esta información va dirigida especialmente a los agricultores y a los jóvenes estudiantes de las carreras

agropecuarias. Como el objetivo del texto es totalmente didáctico, los capítulos presentan cierta secuencia, que el lector debe tener presente, aunque muchas veces surja la necesidad de una consulta rápida de un capítulo por separado.

El libro contiene tres capítulos. En el Primer capítulo se estudia la economía como ciencia aplicada a la actividad agrícola para lograr el manejo eficiente de la economía de la empresa agrícola, donde se requiere que el administrador se familiarizarse con términos vinculados a la: formalización empresarial en la agricultura; la implementación de la gestión administrativa, conozca la interrelación de los factores de producción, el rendimiento, la productividad agrícola, el ciclo productivo de los cultivos, se estudia, la producción, los costos, la ganancia, la rentabilidad, la eficiencia, los precios y la comercialización de los productos agropecuarios..

En el Segundo Capítulo. El Riego, se describen los factores aplicados al riego tecnificado y el cálculo del agua disponible en base a propiedades físicas del suelo y la profundidad radical efectiva del cultivo; se estudian los sistemas de riego, para luego conocer las características, ventajas e inconvenientes, de los distintos sistemas de riego, tanto superficiales, como presurizados y, por último, se realiza la programación del riego para los cultivos, dirigido a conocer, “cuándo regar”, “cuánto regar”; Se aplican métodos basados en el clima y en el suelo para realizar una programación, en donde se calculan las cantidades de agua que necesita el cultivo y los momentos oportunos para aplicarlas y por último, se analizan los costos que intervienen en la implementación del riego.

En el Tercer Capítulo se estudia el impacto ambiental producido en la implementación del riego en la agricultura. Los capítulos se sustentan en ejercicios prácticos de fácil resolución, un cuestionario de autoevaluación, un glosario de términos, la referencia bibliográfica consultada.

,

.

CAPITULO I

LA ECONOMIA EN LA ACTIVIDAD AGRICOLA

1. La economía en la empresa agrícola

Para la Real Academia Española (2020) la actividad agrícola son todos los procesos que tiene relación con la agricultura; partiendo de este concepto la producción de un cultivo es un proceso donde interviene: como materia prima los recursos naturales renovables (agua, aire, radiación solar, plantas, el viento, etc.), más los insumos (insecticidas, herbicidas y fertilizantes) y la tecnología aplicada (buenas prácticas agrícolas, riego).

Mientras que, la economía agrícola es la ciencia que trata los problemas relacionados al sector agropecuario de un país, región o de una empresa. Los responsables del manejo de la actividad agrícola requieren diseñar y ejecutar planes con respecto a un sistema de producción para cada cultivo, establecer prácticas agrícolas, implementar sistemas de riego, diseñar sistemas de cosecha y postcosecha, seleccionar sistemas de comercialización; lo que implica tomar decisiones y elegir alternativas que proporcionen el más bajo costo.

Además, la toma de decisiones implica reconocer que la materia prima utilizada en el proceso es biológica; se trabaja con materiales vivo, el ciclo vegetativo varía según el producto, está sujeto a variación en la temperatura, lluvia o humedad, al ataque de plagas y enfermedades, lo que conlleva a realizar ajustes a fin de evitar la pérdida del cultivo. Por su carácter biológico, la actividad agrícola es una industria de gran riesgo, el manejo económico debe adaptarse a estas particularidades.

Para lograr el manejo eficiente de la economía de la empresa agrícola se requiere que el administrador se familiarise con términos vinculados a la formalización empresarial, a la agricultura empresarial, la gestión administrativa, los factores de producción como elementos base de este proceso, el rendimiento y la productividad agrícola, identifique el ciclo productivo de los cultivos, determine costos de producción, realice el análisis beneficio – costo e identifique la comercialización de los productos agrícolas; contenidos que son abordados en el presente capítulo y que se visualizan en la figura 1.1.



Figura 1.1. La economía en la empresa agrícola

1.1 La economía como ciencia.

La economía es la ciencia que se encarga del estudio de la actividad humana, dirigida a la producción y distribución de bienes y servicios, que tienen como objetivo satisfacer necesidades humanas; buscando el máximo rendimiento y la utilización de los mínimos recursos.

Para la producción y distribución de bienes y servicios se necesita del apoyo de los sectores que componen la economía. Entendiendo como sectores económicos al conjunto de actividades económicas relacionadas con la producción, distribución y comercialización de bienes materiales o servicios en los cuales se agrupan las diferentes actividades. En una economía existen tres sectores: el sector primario, secundario y terciario, como se ilustra en la figura 1.2.

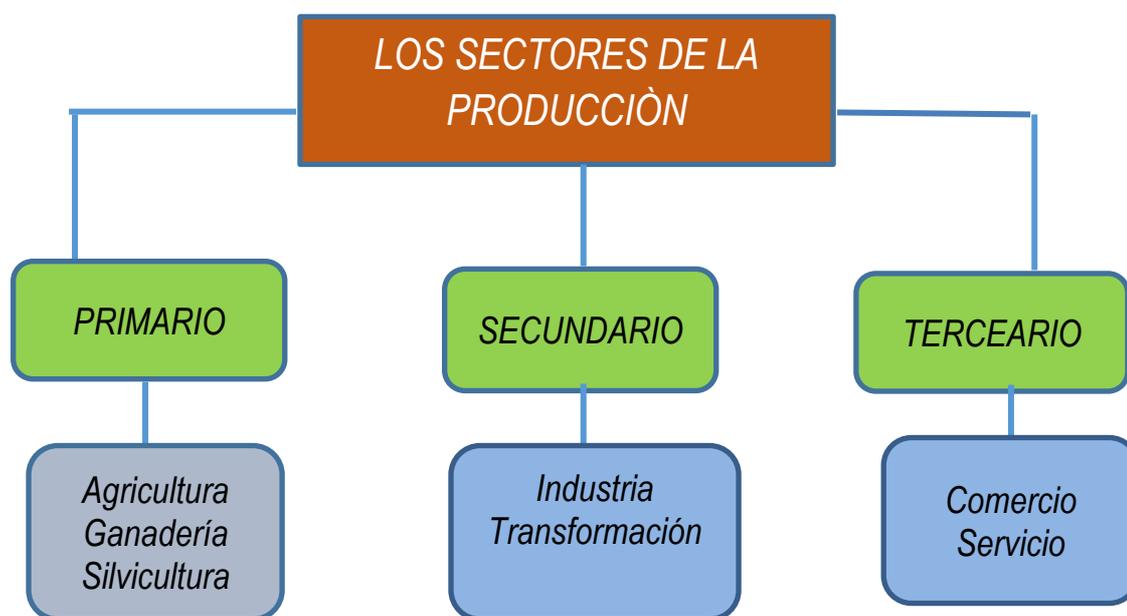


Figura 1.2. Los sectores de la producción

El sector Primario. Comprende las actividades de extracción directa y sin transformaciones de bienes de la naturaleza; la agricultura, ganadería, silvicultura (subsector forestal), la pesca y la avicultura (subsector pesquero y avícola) forman parte del sector primario.



Figura 1.3. El sector primario¹

El sector Secundario. Se basa en la producción de bienes, o la transformación de los mismos, que pueden ser de origen vegetal, animal o mineral (llamados materias primas), los cuales, mediante un proceso industrial, dan como resultado, un producto nuevo².

En este sector, sólo se producen y utilizan bienes físicos o tangibles, razón por la cual se le denominan bienes productivos. Ejemplos de estos productos están los alimentos, las bebidas, los textiles, las confecciones, el papel, los bienes metalmecánicos, entre muchos otros.



Figura 1.4. El sector secundario³

¹ Imagen tomada: Plan de Desarrollo y Ordenamiento territorial. (2011). Prefectura Los Ríos- Ecuador.

² Marín, G. (2011). Economía 1. Proyecto UNICA “Universidad en el Campo” Universidad de Caldas - Unión Europea.

³ Imagen tomada de la página web: http://4.bp.blogspot.com/_h4meST49t1c/TN7xsM2ZvFI/AAAAAAAAAABc/dWIF97V96m0/s1600/imageActividad+econ%25C3%25B3mica.jpg

Sector Terciario. Se refiere a todas las actividades, que no producen mercancías o bienes tangibles, pero que son necesarias para el normal funcionamiento de la economía. Entre estas actividades está el comercio⁴, los restaurantes, los hoteles, el transporte, los servicios financieros, las comunicaciones, los servicios de educación, los servicios profesionales, las actividades del Gobierno, entre otras. Aunque este sector se considera no productivo, porque no produce bienes tangibles, sí contribuyen a la generación de empleo y a la formación del producto e ingresos nacionales.



Figura 1.5. El sector secundario⁵

1.2 La economía agrícola

El término economía proviene de la palabra griega que significa “el que administra el hogar” y agrícola, es el término empleado internacionalmente para identificar las actividades del sector primario. El primer término está asociado a la administración de la sociedad (Macro y micro economía).

La economía agrícola (o agraria) es una rama de la economía que tiene como objetivo el estudio del sector agrícola de un país, una empresa, u organización; así como, sus relaciones con el resto del sistema económico.

⁴ El comercio es una de las actividades de servicios más antiguas, se inicia con el intercambio de productos (trueque).

⁵ Imagen tomada de la página Web https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.youtube.com%2Fwatch%3Fv%3DIF0VmMv2aFw&psig=AOvVaw2fQHQB03BJ6683aegv5kH&ust=1608586613548000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCKjivZ_C3e0CFQAAAAAdAAAAABAI

La economía agrícola estudia los problemas del sector agrícola a nivel macro y micro económico. A nivel macroeconómico el propósito de la economía es identificar los problemas del sistema económico, la asignación de recursos escasos y plantear teorías y modelos para solucionar el funcionamiento socio económico que permitan la toma de decisiones para mejorar el desarrollo local.

Para el sector agrícola, la economía es importante porque estudia la escasez y, la necesidad de ser eficientes con los recursos disponibles, además, porque los productos del sector se caracterizan por ser perecederos. Para ello, un empresario del sector necesita conocer los factores que afectan la producción y comercialización de sus productos.

A nivel microeconómico la economía estudia la gestión administrativa en la empresa, analiza los problemas de costos de producción, altos precios de insumos, estructuras de costos para definir costos unitarios, fichas de costos, productividad de los factores productivos (mano de obra, tierra, y capital), estudios de mercado y evaluación económica de la empresa agrícola.

1.3 La agricultura y su formalización empresarial.

La producción de alimentos vegetales como: cereales, frutas, hortalizas, pastos, forrajes, fibras, cultivos energéticos y tubérculos, etc., es una actividad de gran importancia a nivel mundial por la demanda de sus productos, además, constituyen un rubro importante del producto interno bruto siendo su tendencia a incrementar el desarrollo de la agricultura.

La agricultura es una de las principales áreas estratégicas para el desarrollo de los países, los productos y derivados de la agricultura son destinados para satisfacer las necesidades alimentarias a nivel mundial; contribuir con el crecimiento económico y social de los países. Es una fuente de insumos para otras actividades productivas, con importantes encadenamientos hacia adelante (alimentos, agroindustria y exportaciones) y hacia atrás (insumos, transporte, etc.).

La producción agrícola total de un país o de una región, se compone de la suma de las producciones de todas las empresas agrícolas que en él se encuentren. El progreso

agrícola depende de la buena gestión de cada empresa, no importa el tamaño, su volumen de negocio o lo sencillo de su organización.

La agricultura primaria en la que se usaban sólo tierra, agua, mano de obra, materias primas, y el capital, ha cambiado; la agricultura actual no puede concebirse sin el uso de elementos intangibles de información, conocimientos, tecnologías para el buen aprovechamiento de los factores de la producción en la unidad empresarial o del sector en su conjunto.

Para ello, se requiere el manejo eficiente de los factores de producción (capital, recurso humano, bienes) para lograr la eficacia de la empresa, satisfacer necesidades existentes en la sociedad; efectuar intercambios planteados en el mercado, competidores y aprovechar las políticas de estado, como se ilustra en la figura 1.6. La formalización empresarial de la actividad agrícola es una carta de presentación frente a clientes, entidades financieras, proveedores, inversionistas y empleados de la situación como se desarrolla esta actividad.

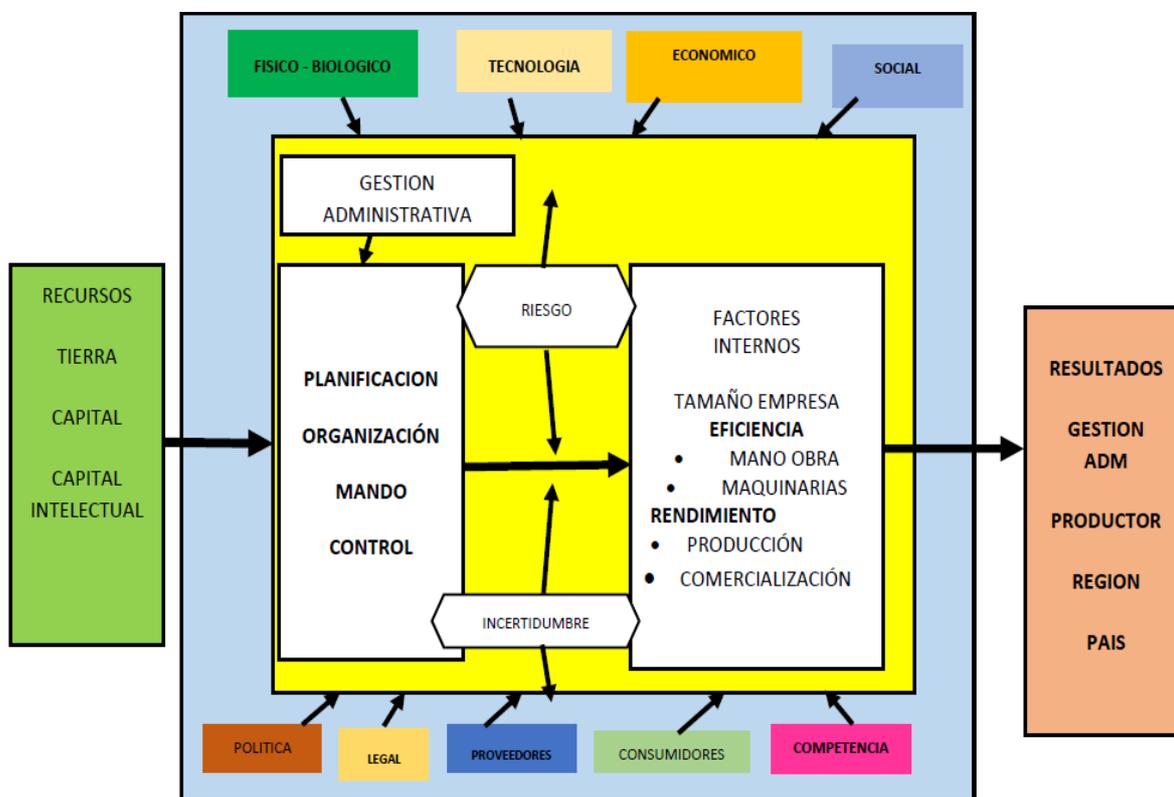


Figura 1.6. La formalización de la agricultura

1.4 La empresa agrícola

En las últimas décadas, las economías y sociedades de los países desarrollados y en desarrollo se hallan inmersos en una reestructuración tecnológica y organizativa que afecta las formas de producción, organización y gestión empresarial.

Los avances científicos, tecnológicos y económicos han propiciado el surgimiento de una gran diversidad de empresas, por un lado, existen empresas globalizadas y transnacionales y por otro lado se tiene el desarrollo de micro, pequeñas y medianas empresas que se desenvuelven en diferentes sectores: comercial. Industrial, agrícola, pecuario, entre otros.

Las empresas son unidades de producción **de diferentes tamaños, de propiedad individual o sociedades anónimas**, integradas por un grupo de personas, a través de la administración de capital y trabajo se desarrollan en las economías de mercado produciendo un desarrollo local o endógeno.

Son organizaciones en continuo cambio, que deben aprovechar las fortalezas y oportunidades que el medio externo les brinda con el fin de optimizar la eficiencia de sus recursos, lograr la competitividad empresarial y adaptarse a las exigencias del mercado.

La figura 1.7 ilustra cómo la empresa agrícola internamente es un sistema formado por recursos naturales (tierra, agua), capital, insumos controlables: semillas, fertilizantes, plaguicidas, maquinarias, equipos y no controlables: lluvias, variaciones climáticas que condicionan la producción; precios de los productos, cambios institucionales, que desarrollan una actividad (proceso) para lograr obtener un producto competitivo y satisfacer las necesidades de un mercado.

La producción agrícola que se desarrolla en las unidades de producción sigue las mismas normas de organización del proceso productivo que en otras actividades, sin embargo, el manejo de la producción está condicionada al medio ambiente de la empresa, por la naturaleza biológica de su proceso, la dependencia del clima y de las condiciones de cada suelo en particular; conlleva a explotaciones técnicas y económicas heterogéneas.

Las oportunidades de tener éxito no sólo están relacionadas a la posesión de ventajas geográficas, productivas y económicas, sino a la aplicación de acciones de gestión y procesos organizativos empresariales.

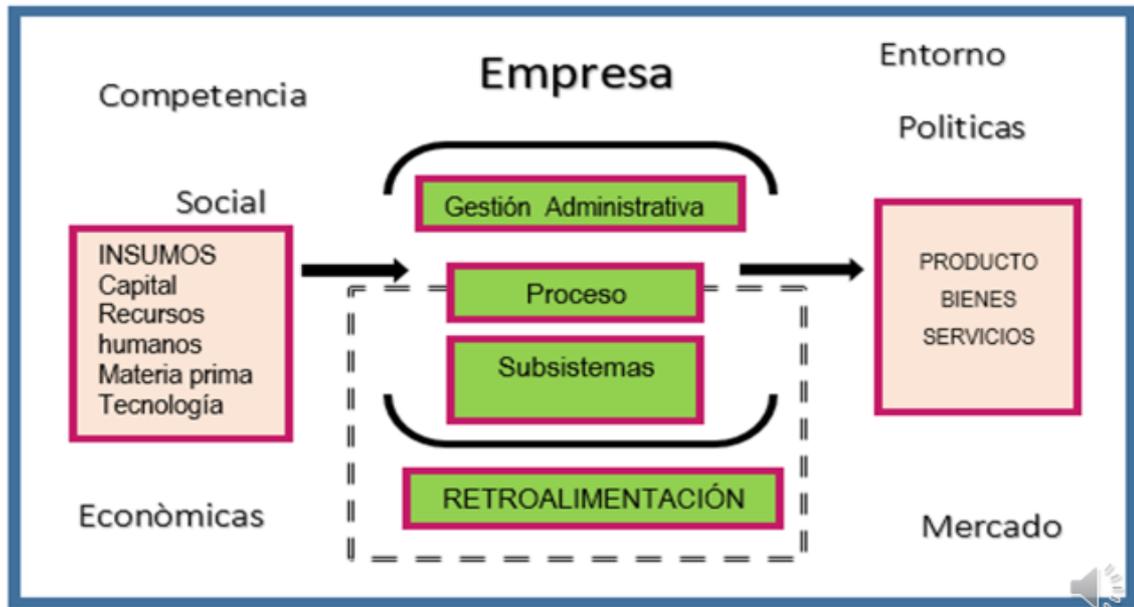


Figura 1.7. La empresa agrícola

1.4.1 Fortalezas y debilidades de la empresa agrícola

La actividad agrícola posee fortalezas y debilidades que pueden ser superadas con el manejo eficiente de sus recursos.

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> ➡ Disponibilidad de suelos fértiles ➡ Disponibilidad del recurso agua ➡ Capacidad para generar empleos ➡ Se adaptan con facilidad a las nuevas tecnologías. ➡ Se ubican en diversas regiones geográficas. ➡ Son flexibles y se adaptan con facilidad al tamaño del mercado 	<ul style="list-style-type: none"> ➡ Su administración no es especializada ➡ Mantiene precios altos

- costos de operación
- ➡ No se reinvierten las utilidades para mejorar el equipo y las técnicas de producción
- ➡ No contratan personal especializado.
- ➡ La falta de recursos financieros los limita

1.4.2 El administrador de la empresa agrícola

El administrador es la persona encargada del manejo de la economía de la empresa, entre sus funciones le corresponde **identificar problemas**; asignar recursos; determinar costos, precios de insumos; los factores de producción (mano de obra, tierra, y capital); estudios de mercado; adversidades climáticas y de política.

El administrador debe **tomar decisiones** sobre: qué, cómo, cuanto, dónde y cuándo producir para incrementar la eficiencia, eficacia de la empresa agrícola y lograr el desarrollo sostenible del presente sin comprometer la habilidad de generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades.

Entre las limitaciones de recursos que tiene la empresa, el administrador debe **decidir**: que cultivos producir; seleccionar los insumos requeridos para lograr el máximo ingreso; seleccionar la tecnología para aumentar la productividad al menor costo utilizando el principio de la racionalidad económica⁶; determinar métodos y procedimiento para producir y poder competir entre los productores; lograr la eficiencia productiva que les permita elevar sus ganancias; considerar la naturaleza biológica, la estacionalidad y el riesgo e incertidumbre.

Considerar la naturaleza biológica de la producción agrícola es reconocer que se trabaja con seres vivos: plantas, animales e insectos, plagas y enfermedades que atacan la producción; el tiempo de duración del ciclo productivo de la planta (tres, cuatro, seis meses o perennes); la estacionalidad que depende de la estación seca y lluviosa.

La empresa agrícola a diferencia de la comercial e industrial su producción está sujeta al riesgo e incertidumbre debido al cambio climático; las variaciones climáticas que actualmente se experimentan hacen que los pronósticos de lluvias no se cumplan y que se desarrollen plagas y enfermedades afectando los procesos productivos y afectando la rentabilidad de la empresa. El otro factor de riesgo es la inestabilidad de precios de los insumos que afectan a los costos y precios de los productos.

1.5 La gestión administrativa

Con el desarrollo de la industria a nivel mundial (1900 – 1950) nace el management (administración) como un movimiento que promovía la sistematización del conocimiento de una forma moderna para conducir las empresas industriales, elevar la productividad y

⁶ Racionalidad económica. Es la toma de decisiones en base a estimaciones de coste y valor expresados en términos monetarios.

superar los métodos tradicionales y empíricos de dirección. Dando origen a la administración como ciencia con sus teorías clásicas y científicas.

Con el desarrollo de la industria transnacional aparecen otras teorías de la administración como la sistémica, (1950-1990), considera a las organizaciones como sistemas abiertos, el modelo clásico de la administración tiende a desaparecer; se origina un nuevo tipo de administrador que sustituye al burócrata, nace el gestor; especializado para actuar en el nuevo tipo de empresa.

La gestión administrativa tuvo su génesis en esta teoría científica que fue evolucionando, condicionadas por transformaciones sociopolíticas y económicas del capitalismo en el periodo de la posguerra, de los años 40 a los años 70 del siglo XX.

La gestión administrativa es la ciencia encargada de interpretar los objetivos de la empresa y transformarlos en acción empresarial mediante la planeación, organización, dirección y control de las actividades realizadas en las diversas áreas y niveles de la empresa para el logro de resultados de la empresa considerando el entorno de la organización (políticas de estado, el mercado, competidores, proveedores).

La gestión administrativa es primordial para la organización, diseña los pilares sobre los cuales se van a ejecutar las tareas para el cumplimiento de los objetivos empresariales; sustentados en cuatro principios fundamentales: orden, disciplina, unidad de mando y fomento de la iniciativa en el personal.

- ➡ El orden. Cada trabajador debe ocupar el puesto para el cual está capacitado; la falta de orden conlleva a un trabajo menos eficiente y al uso incorrecto de los recursos.
- ➡ La disciplina es importante en la gestión administrativa las normas y reglas deben ser cumplidas y respetadas por todos.
- ➡ La unidad de mando. El empleado debe saber a quién reporta su trabajo y de quién recibirá órdenes, para evitar mensajes erróneos que perjudiquen la calidad del trabajo.
- ➡ Fomentar y valorar la iniciativa en el personal contribuye al desarrollo de un buen ambiente de trabajo y en el logro de metas.

La figura 1.8 ilustra a la gestión administrativa como el proceso de: planeación, organización, dirección y control mediante el cual se diseña y mantiene un ambiente en el que individuos, que trabajan en grupos, cumplen metas específicas de manera eficaz.

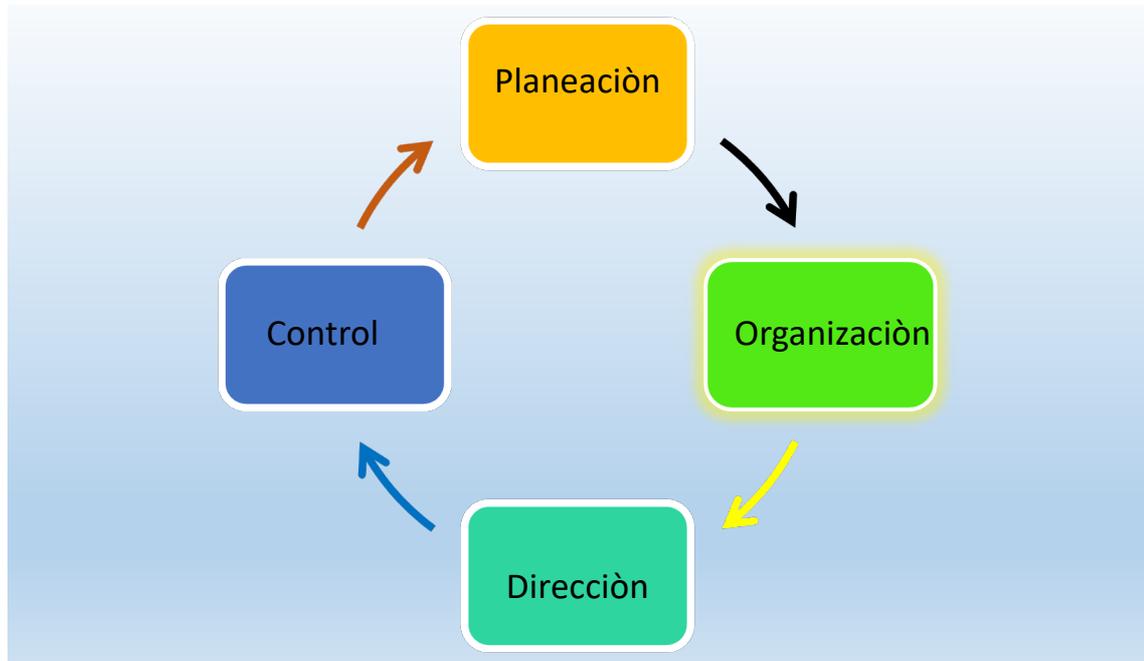


Figura 1.8. La gestión administrativa

El administrador debe estar en capacidad para interpretar los objetivos y transformarlos en acción empresarial en base a las necesidades de las organizaciones para el logro de resultados económicos, productividad y competitividad en los mercados.

1.5.1 Las funciones de la gestión administrativa

Las funciones administrativas son todas las técnicas o herramientas que el administrador debe emplear para lograr mejores resultados, a corto y largo plazo, en una organización. Estas son universales, y establecidas por Henry Fayol en su libro «*Administration Industrielle et Generale*» en el año 1916. En este, Fayol identifica 5 funciones administrativas básicas posteriormente, otros estudios identifican cuatro funciones básicas de la gestión administrativa: planificación, organización, dirección y control.

Al ser la gestión administrativa la base sobre las cuales se diseñan y ejecutan tareas orientada a cumplir los objetivos empresariales. Los procesos de gestión se fundamentan en cada una de las funciones administrativas; como se ilustra en la figura 1.9.



Figura 1.9. Funciones de la gestión administrativa

La planificación es la primera función de la gestión administrativa que está orientada a establecer los objetivos de la empresa y los métodos para cumplir las metas planteadas. La organización consiste en la distribución de las actividades y los recursos entre los grupos de trabajo que integran la empresa para el cumplimiento de los objetivos establecidos.

La dirección es la actividad destinada al liderazgo, la conducción y el control de los esfuerzos de un grupo de individuos que forman la empresa hacia determinados objetivos comunes. El control es el cumplimiento de lo planificado y la retroalimentación de los procesos. Funciones administrativas que se visualizan en la figura 1.8 y que son estudiadas de forma más profunda en los siguientes epígrafes.

1.5.2 Planeación

La planeación es la primera función administrativa que sirve de base para las otras funciones. La planificación es un proceso que se inicia con el análisis o diagnóstico

situacional de la empresa, se formulan estrategias que permitan el cumplimiento de los objetivos a corto, mediano y largo plazo, se desarrollan planes de acción y, por último, se realiza una retroalimentación que permite comparar los resultados obtenidos con los planificados. Además, es la función que organiza las áreas, recursos, tareas y coordinar las actividades de la empresa.

La planeación administrativa no es una actividad que tiene fin, es un proceso de continuo, de retroalimentación, una vez; que se cumplen los plazos y objetivos estipulados, se plantean nuevas estrategias para el cumplimiento de nuevas metas a alcanzar. La planeación es fundamental para lograr el éxito, determina dónde la empresa quiere llegar y cómo lo hará para ejecutar su objetivo.



1.5.2.1 Tipos de planeación.

Para elaborar la planeación de la empresa es necesario involucrar al personal de todos los niveles de mando, establecer los canales de comunicación, difundir los objetivos y coordinar las actividades de la organización para que las cosas sucedan.

Para ello, dentro de la empresa se realizan diferentes tipos de planificación: planificación estratégica, planificación táctica, planificación operativa y el establecimiento de normativas, que se ilustra en la figura 1.10. Planificaciones que se diferencian en el plazo

de las acciones, en los niveles jerárquicos involucrados y cómo cada planificación influye en el resultado general de la organización.

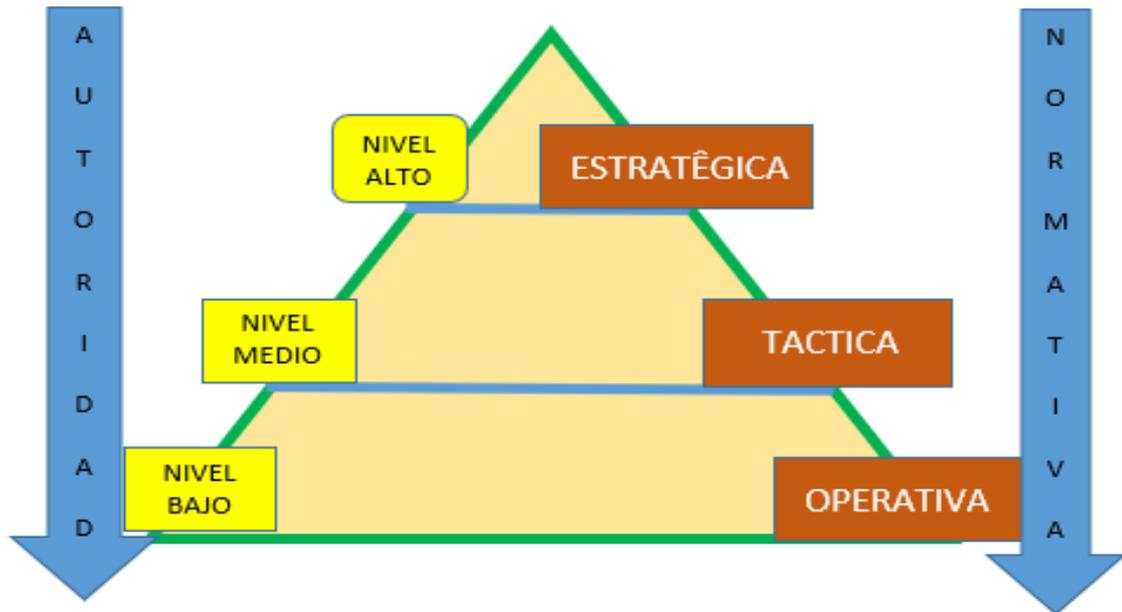


Figura 1.10. Tipos de planificación

Para Henry Mintzberg⁷ la planeación estratégica construye los objetivos de una organización, decide sobre los recursos que serán utilizados, y las políticas generales que orientarán la adquisición y administración de tales recursos; considerando, a la empresa como una entidad total.

Las decisiones son responsabilidad de la alta dirección de la empresa; las acciones se crean pensando a largo plazo período de 5 a 10 años. Es importante recordar que, debido a las acciones a largo plazo, la planeación debe ser revisada y actualizada continuamente, para que las informaciones sean más reales y sirvan como hechos y datos para tomas de decisión. Este paso es esencial para que no haya grandes variaciones entre lo planeado y lo que se ha ejecutado.

La planeación estratégica se desdobra para toda la organización, mientras que, la planeación táctica es aquella que se realiza a nivel departamental: producción, finanzas, talento humano y ventas basado en un periodo de tiempo de 1 a 3 años midiendo acciones

⁷ Mintzberg, Henry. (1997) la planeación estratégica. Editorial Prentice Hall. México

para un futuro más cercano a mediano plazo; es la responsable de crear metas y condiciones para que las acciones establecidas en la planificación estratégica sean alcanzadas; los planes son más detallados; empleando metodologías como los presupuestos, el método de Gráfica de Gantt que permite expresar de forma gráfica qué actividades deben cumplirse en relación al tiempo; disminuyendo la incertidumbre que puedan presentarse ante cambios futuros..

La planeación operacional es garantizar que las tareas y operaciones se ejecuten, de acuerdo con los procedimientos establecidos, acciones y metas trazadas por el nivel táctico para alcanzar los resultados específicos que deben ser visualizados a corto plazo (3 a 6 meses).

La planeación estratégica no saldrá del papel si los planes del nivel táctico y operativo no están bien establecidos, todos los niveles son necesarios: El estratégico para orientar la visión, el táctico para desplegar esa visión en planes de acción menores, y el operacional para llevar los planes a la ejecución. En la planeación deben involucrarse todos los de la empresa y es un incentivo para que las personas se comprometen con los resultados.

1.5.2.2 Planificación estratégica.

La planificación estratégica es la herramienta utilizada por las empresas que permite el desarrollo, implementación de planes, formular, implantar y evaluar un conjunto de decisiones, que se deben desarrollar de forma interfuncional dentro de la empresa y el camino que se debe seguir en el futuro para lograr alcanzar los objetivos que se han propuesto.

La figura 1.11 ilustra a la planeación estratégica como un proceso sistemático que se inicia con un diagnóstico situacional de la empresa que permite construir la misión y visión de la empresa, la formulación de objetivos, los valores institucionales, el análisis y diseño estratégico, la formulación de políticas y la toma de decisiones a corto mediano o largo plazo.



Figura 1.11. Fases de la planeación estratégica

- ➔ El diagnóstico situacional de la empresa es una herramienta empleada en la planeación estratégica que consiste en el estudio de la parte externa e interna de la empresa conocido como análisis de FODA – DAFO que permite detectar fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que puedan afectar el logro de los planes y la toma de decisiones.

Evaluar el entorno donde se mueve la empresa, es determinar las oportunidades y amenazas que enfrenta actualmente y las nuevas tendencias que le podrían afectar de manera positiva o negativa. Por su parte, el análisis interno brinda información sobre el estado y la capacidad que posee la organización para conocer las debilidades y fortalezas que tiene la empresa. Lo que permitirá afrontar mejor los retos y desafíos que se le presenten, como se ilustra en la figura 1,12.

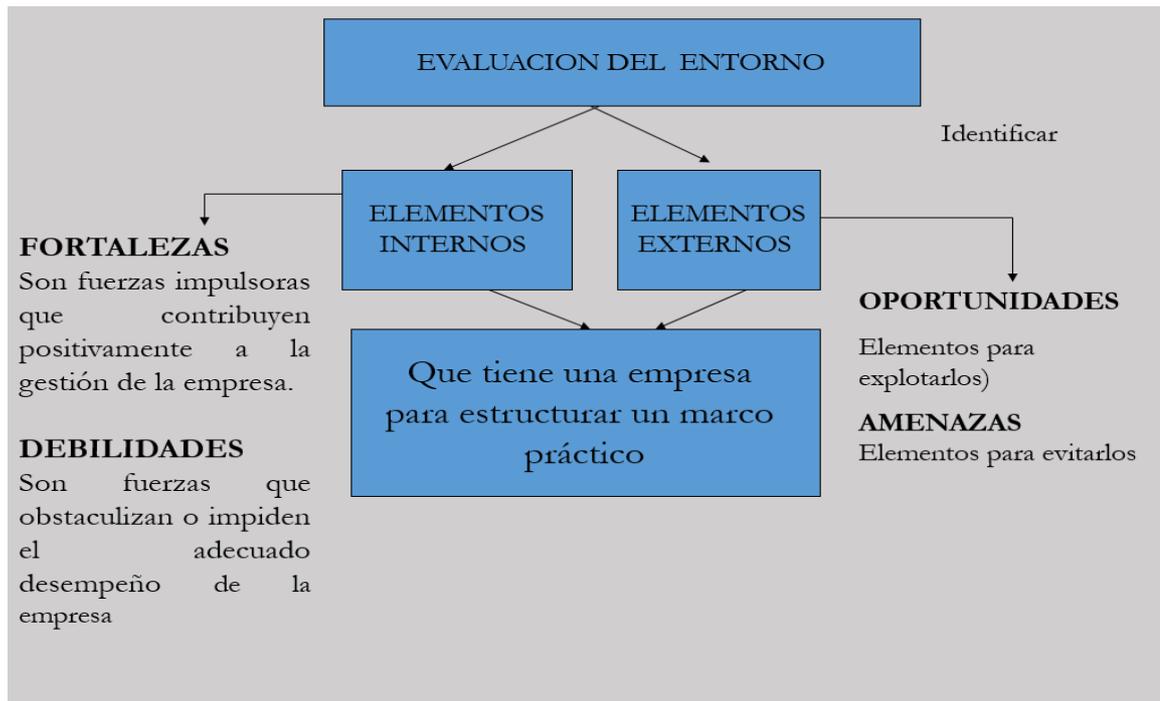


Figura 1.12. Diagnóstico situacional de la empresa

Los resultados del diagnóstico de la situación permiten ubicar en el entorno real en que se maneja la empresa y establecer los objetivos; considerando la capacidad y la disponibilidad de recursos con los que se pueden contar.

➡ La visión es un enunciado que nos señala hacia dónde queremos llevar la empresa en el futuro. La pregunta fundamental que se debe formular para establecer la visión es ¿qué queremos ser?; la visión determina el conjunto de valores con los cuáles la empresa justifica sus acciones, como se concibe en su situación entre el entorno y su organización interna, provee dirección y forja el futuro de la empresa estimulando acciones concretas en el presente⁸.

La misión es la razón de ser de la empresa, cual es el propósito o motivo por el cual existe la empresa, y, debe responder: ¿Cuál es nuestra función como organización? (*encargo social*), ¿Cómo pensamos posicionarnos en el mercado? (*posicionamiento estratégico*), ¿Para qué tipo de clientes estamos diseñados? (*segmentos de*

⁸ <https://economipedia.com/actual/2020-un-ano-en-montana-rusa.html>

mercado), ¿Con qué cuenta nuestra organización para cumplir su encargo? (ventajas competitivas), que se ilustra en la figura 1.13.

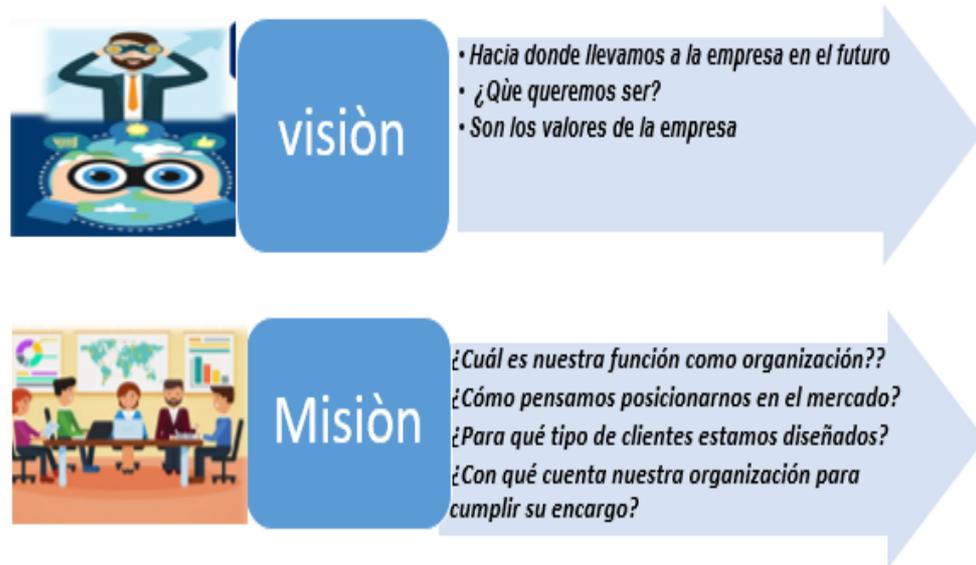


Figura 1.13. La visión y la misión de la empresa

- ➡ **Los valores institucionales.** Son las creencias, filosofía, principios que identifican a una empresa y todos quienes la integran sustentados en una misión y visión institucional. Nos brindan las pautas para formular nuevas metas, son la base para trabajar en comunidad y relacionarnos con los demás
- ➡ **Los objetivos.** Son los resultados específicos que se desean alcanzar medibles y cuantificables a un tiempo para lograr la misión.
- ➡ **Las políticas.** Son los lineamientos generales que deben de observarse en la toma de decisiones para orientar la acción.
- ➡ **Las estrategias.** Son los cursos de acción que muestran la dirección y el empleo general de los recursos para el logro de los objetivos.

1.5.3 Organización

Como parte integrante de la gestión administrativa, es el arreglo de las funciones que se estiman necesarias para lograr un objetivo, estableciendo la autoridad y la responsabilidad a las personas que tienen a su cargo la ejecución de las funciones.

El propósito de la organización es simplificar el trabajo, coordinar y optimizar funciones y recursos. Es lograr que el funcionamiento de la empresa resulte sencillo y que los procesos sean fluidos para quienes trabajan en ella, así como para la atención y satisfacción de los clientes.

En esta etapa se definen las áreas funcionales, las estructuras, los procesos, sistemas y jerarquías para lograr los objetivos de la empresa, así como los sistemas y procedimientos para efectuar el trabajo. La organización implica múltiples ventajas en la empresa que fundamentan la importancia de desempeñar las actividades eficientemente, con un mínimo de esfuerzo porque a través de ella:

- Reduce los costos
- Se incrementa la productividad.
- Reduce o elimina la duplicidad.
- Establece la arquitectura de la empresa.
- Simplifica el trabajo.

Para la simplificación y optimización del trabajo que se realiza en la empresa en la organización se deben establecer el diseño de la estructura organizacional, las estructuras formales e informales, los modelos de estructuras organizacionales y los manuales

1.5.3.1 El diseño de la estructura organizacional.

El diseño de la estructura organizacional es considerar las distintas formas en que puede ser dividido el trabajo dentro de una organización para alcanzar la coordinación y el logro de los objetivos.

La estructura organizacional es la distribución formal de los empleos dentro de una organización producto del análisis de puesto, que es una técnica donde se clasifican las labores que se desempeñan en un puesto e involucra decisiones sobre elementos claves

como: especialización del trabajo, cadena de mando, amplitud de control y, formalización⁹.

- ➡ **Especialización del trabajo.** Es describir el grado en que las actividades de una organización se dividen en tareas separadas, donde un individuo no realiza todo el trabajo, sino que este se divide en etapas y cada etapa la concluye una persona diferente especialista en su área.
- ➡ **Cadena de mando.** Es la línea continua de autoridad que se extiende de los niveles organizacionales más altos a los más bajos y define quien informa a quien. Ayuda a los empleados a responder preguntas como: “¿A quién recorro si tengo un problema?” o “¿Ante quién soy responsable?”
- ➡ **Amplitud de control.** Es aquella que guarda relación con: ¿A cuántos empleados puede dirigir un gerente de manera eficiente y eficaz? Esta pregunta sobre la amplitud de control es importante porque, en gran medida, determina el número de niveles y grados de autoridad que tiene una organización. Siempre que todo permanezca sin cambios cuanto mayor sea la amplitud, más eficiente será la organización.
- ➡ **Formalización.** Es el grado en que los trabajos de una organización están estandarizados, y en el que las normas y procedimientos guían al comportamiento de los empleados. Si un trabajo está muy formalizado, entonces la persona que lo realiza tiene poco poder de decisión en cuanto a lo que se realizará, cuando se hará y como lo hará.

Varios autores sostienen que el diseño de la organización en la empresa se lleva a cabo en dos etapas: división del trabajo y la coordinación.

La división del trabajo es la separación y delimitación de las actividades, promoviendo la especialización y perfeccionamiento de un trabajo con mayor eficiencia. La división del trabajo implica:

⁹ Stephen, R., Coulter, M. (2016). *Administration*. México. Prentice-Hall

- ✓ **Jerarquización.** - es la disposición de las funciones de una organización por orden de mando, grado o importancia.
- ✓ **Los niveles jerárquicos.** Son el conjunto de actividades agrupadas de acuerdo con el grado de autoridad y responsabilidad que posean.
- ✓ **Departamentalización.** Es la división y el agrupamiento de las funciones y actividades en unidades específicas. Para departamentalizar se efectúa la siguiente secuencia:
 - Listar todas las funciones y actividades de la empresa.
 - Clasificar las que sean similares.
 - Agruparlas según un orden jerárquico o de importancia.
 - Asignar actividades en cada una de las áreas agrupadas o departamentos.
 - Especificar las relaciones de autoridad, responsabilidad y obligación, entre las funciones.
 - Establecer líneas de comunicación e interrelación entre los departamentos.
 - El tamaño, la existencia y el tipo de organización de un departamento deberán relacionarse con el tamaño y las necesidades específicas de la empresa, y de las funciones involucradas.
- ✓ **Descripción de Funciones.** Es la clasificación y recopilación ordenada de todos los factores y actividades necesarias para llevar a cabo, un trabajo; la descripción de funciones se realiza a través de las técnicas de análisis de puestos y de la carta de distribución del trabajo o cuadro de distribución de actividades.

La coordinación es la armonización de los esfuerzos para realizar eficientemente una tarea. Si durante la primera etapa del proceso de organización se realiza la división del trabajo con todas las ventajas inherentes, es indispensable que esta se complemente con la coordinación, que es el logro de la unidad de esfuerzos, las funciones y los resultados se desarrollen e interrelacionen con facilidad, y, que se sincronicen, para ello, las organizaciones hacen uso de las estructuras formales e informal.

1.5.3.2 Organización formal e informal.

La organización formal es el diseño de la estructura que ofrezca las condiciones para el eficaz desempeño individual y grupal presente como futuro de funciones y

responsabilidades en una empresa. Describir a una organización como “formal” no significa que contenga nada inherente inflexible o indebidamente limitante. La organización formal debe ser flexible, dar lugar a la discrecionalidad, la utilización del talento creativo y el reconocimiento de las capacidades individuales y grupales.

La organización informal. Es una red de relaciones personales y sociales no establecidas ni requeridas por una organización formal pero que surge espontáneamente de la asociación entre sí de las personas.

1.5.3.3 Estructura organizacional.

Acorde a los requerimientos de cada empresa, es posible aplicar la estructura organizacional que permita la división de funciones y la autoridad que se expresan en las cartas o gráficas de organización y se complementan con los manuales.

La estructura organizacional de la empresa se la representa en el organigrama.

El organigrama es la representación gráfica de la estructura formal de una organización, muestra las estructuras departamentales en forma esquemática, la posición de las áreas que la integran, las interrelaciones, niveles jerárquicos, canales de comunicación, líneas de autoridad y de asesoría.

Los organigramas pueden ser: Verticales, horizontales, mixtos, circulares y de bloques

- ➡ **Los organigramas verticales.** Representa la estructura empresarial como una pirámide jerárquica desde arriba hacia abajo la máxima autoridad hasta el despliegue de todas autoridades existentes, como se ilustra en la figura 1.14.

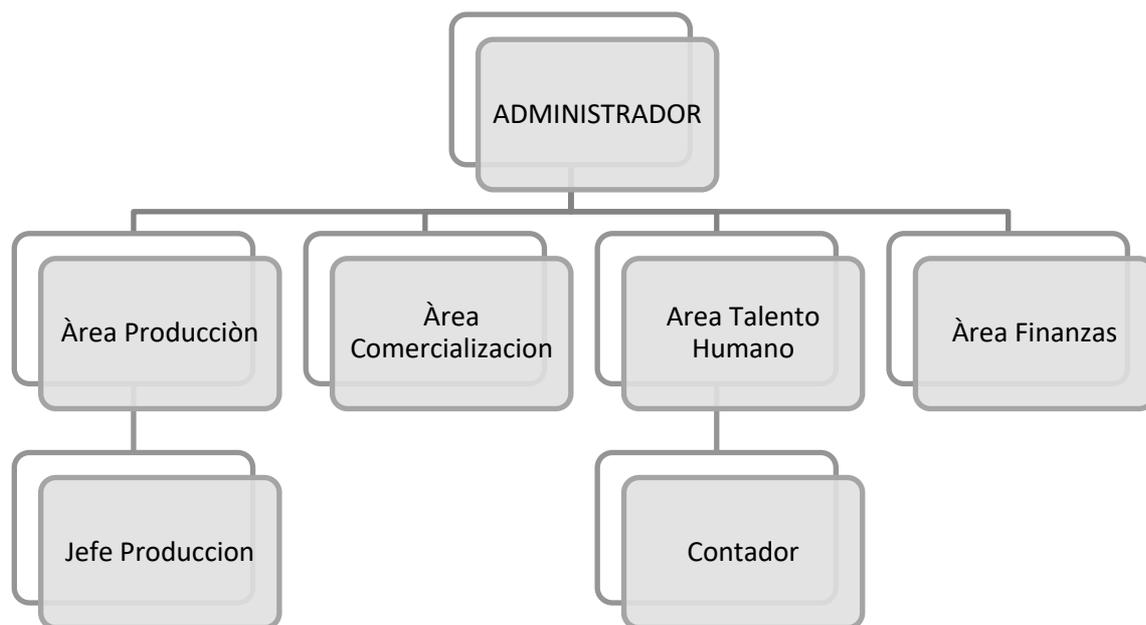


Figura 1.14. Organigrama vertical

➔ **Los organigramas horizontales.** Los niveles jerárquicos se representan desde la izquierda hacia la derecha y se ordenan en forma de columnas en cada una de sus departamentos, unidades y cargos existentes, las líneas se disponen de manera horizontal, como se ilustra en la figura 1.15.

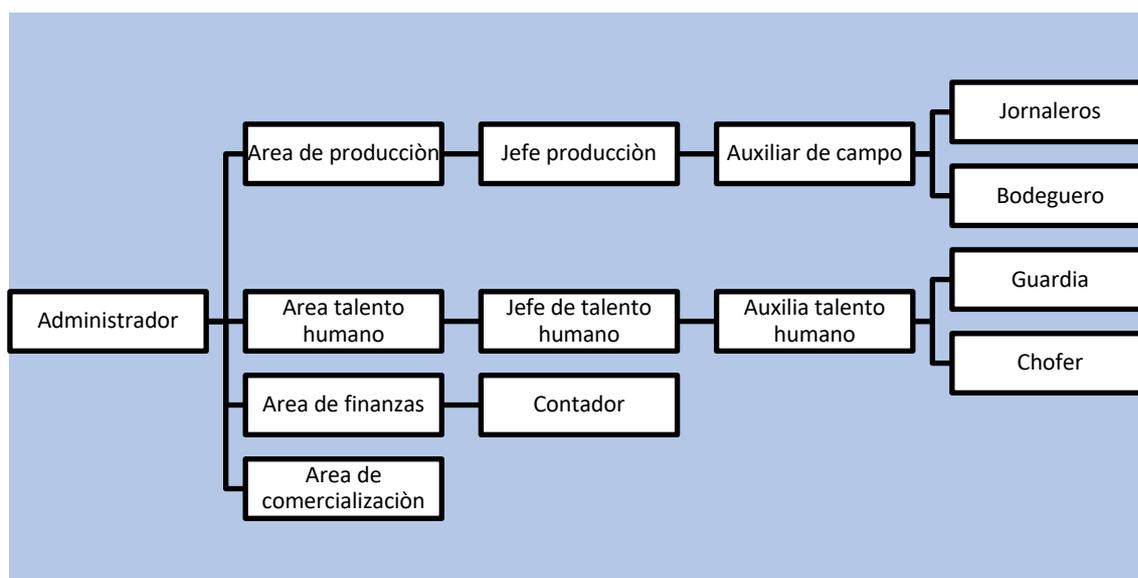


Figura 1.15. Organigrama horizontal

- ➡ **Organigramas mixtos.** Utilizan combinaciones verticales y horizontales para representar un gran número de puestos en la empresa (figura 1.16).

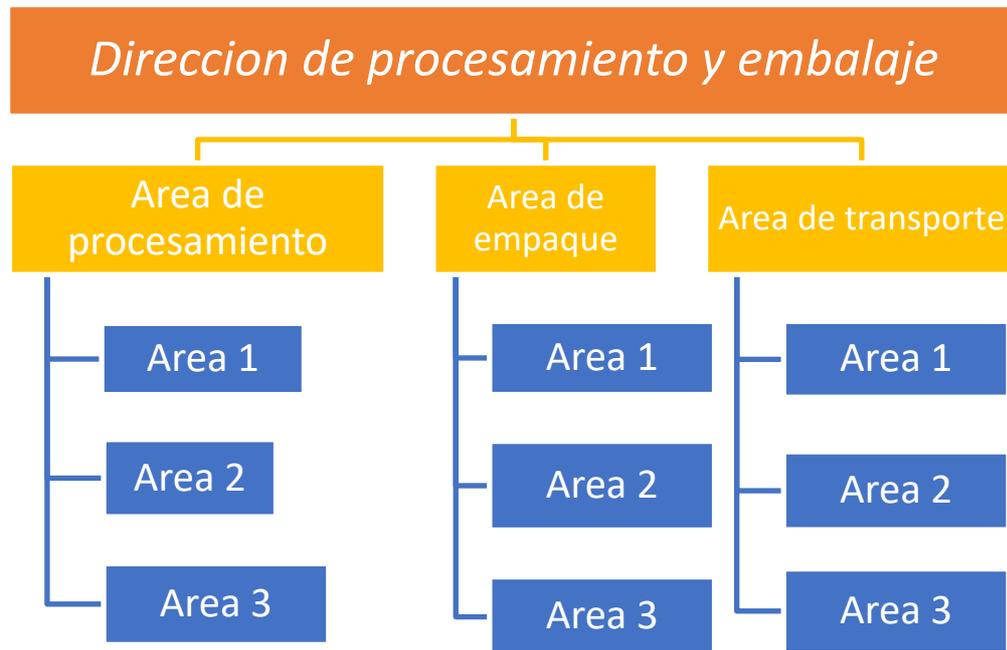


Figura 1.16. Organigrama mixto

- ➡ **Organigramas de bloques.** Son una variante de los verticales, permiten integrar un mayor número de unidades en varios niveles jerárquicos (figura 1.17).



Figura 1.17. Organigrama de bloques

- ➔ **Organigramas circulares.** En este diseño la máxima autoridad se ubica en el centro del círculo, cada uno de los cuales representa un nivel distinto de autoridad, que decrece desde el centro hacia los extremos, y, el ultimo círculo o sea el más extenso indica el menor nivel de jerarquía de autoridad. Las unidades de igual jerarquía se ubican sobre un mismo círculo como se ilustra en la figura 1.18.

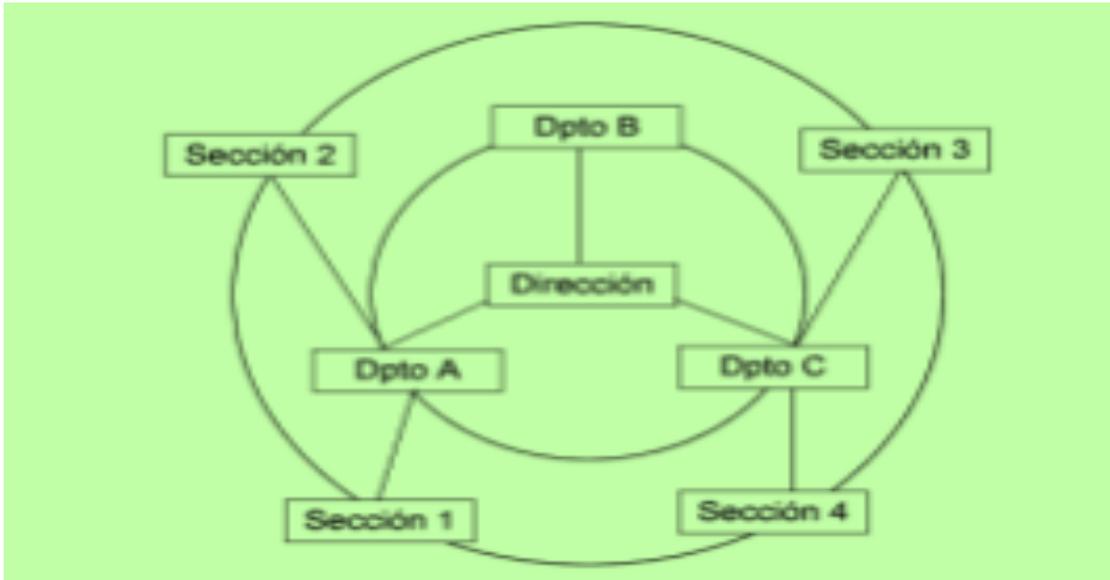


Figura 1.18. Organigrama circular

Los tipos de estructura organizacional existentes son:

- ➔ **Estructura Lineal.** En la organización lineal o militar la actividad decisional se concentra en una sola persona, quien toma todas las decisiones y tiene la responsabilidad básica del mando, en la figura 1.19 se ilustra que es un tipo de organización simple, utilizada en las pequeñas empresas, la actividad decisional se concentra en una sola persona, el jefe superior asigna y distribuye el trabajo a los subalternos, es flexible, de bajo costo, el administrador realiza la planeación, dirección y el control, ; tiene como desventaja la falta de especialización.

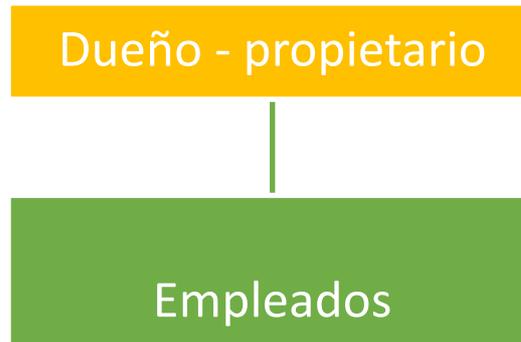


Figura 1.19. Organización lineal o militar

- ➡ **Estructura Funcional o de Taylor.** La organización funcional es el tipo de estructura que aplica el principio de la especialización de las funciones para cada tarea, como se ilustra en la figura 1.20. Es la estructura que aplica: El principio de la especialización de las funciones para cada tarea, se basa en la división de la dirección por funciones, cada división es desarrollada por especialistas, agrupando a las personas y unidades sobre la base del trabajo que realizan.

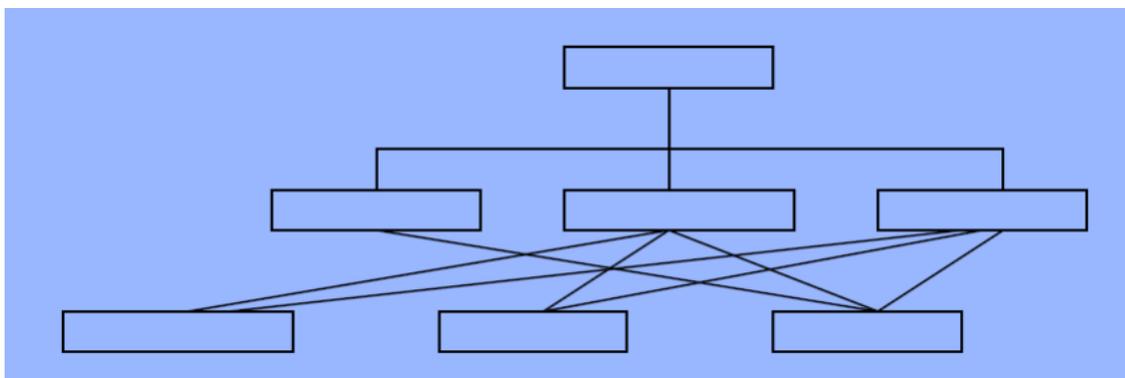


Figura 1.20. Estructura funcional o de Taylor

- ➡ **Estructura Lineal - Staff.** Es el resultado de las combinaciones de los tipos de organización lineal y funcional (figura 1.21). En esta organización existen órganos de línea (órganos de ejecución) y de asesoría (órgano de apoyo y consultoría) manteniendo relaciones entre sí. Los órganos de lineal se caracterizan por la autoridad lineal y de principios jerárquico mientras que los órganos de staff presentan asesoría y servicios especializados.

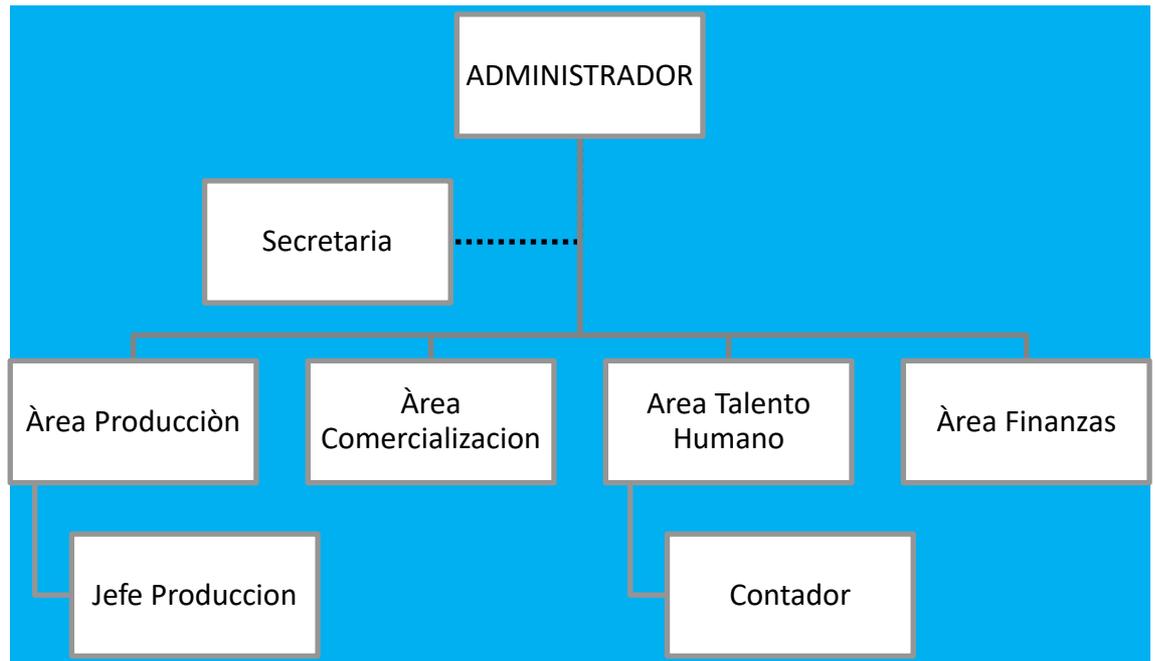


Figura 1.21. Estructura Lineal – staff

1.5.3.4 Los Manuales.

Son cuerpos sistemáticos que permiten especificar los conocimientos, capacidades y destrezas del personal que requiere la empresa para el cumplimiento de ciertas actividades, determina los procedimientos a través de los cuales esas actividades son cumplidas.

Un manual es un documento escrito que rige a la empresa en los aspectos legales y administrativos, además definen la organización empresarial, la funcionabilidad del recurso humano y los procedimientos que deben seguirse y que han sido identificados con el paso del tiempo¹⁰.

Los manuales son documentos que facilitan la comunicación en la empresa porque ordenan, concentran, sistematizan las funciones que deben realizar el personal de la empresa, son fuentes de consulta, facilitan los procesos de toma de decisiones, ordenan y

¹⁰ Herrera, H. (20 de febrero de 2017). *Manuales administrativos*. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/manuales-administrativos/>

mejoran la administración; con su aplicación se propende a la obtención de resultados favorables para las empresas acorde a su misión, visión y objetivos establecidos¹¹.

Las empresas plasman dentro de los manuales criterios uniformes e información de las distintas áreas que componen la organización, su importancia radica en que:

- ➡ Se fijan las políticas y el sistema con el cual se manejará la organización.
- ➡ Permite a los empleados conocer la política de la empresa, la estructura organizacional y las funciones competentes al cargo que desempeñan.
- ➡ Se delimitan las funciones y responsabilidades de cada área funcional de la empresa.
- ➡ Sirven de guía al recurso humano sobre las actividades a desarrollar en la empresa para alcanzar la eficiencia y eficacia administrativa.
- ➡ Favorece la eficiencia, el ahorro de recursos, reducción de costos, evita gastos innecesarios de tiempo y promueve la supervisión y control.
- ➡ Permite realizar procesos de selección de empleados, en los manuales se establece el perfil laboral acorde a los lineamientos del cargo.
- ➡ Sienta las bases para que la administración pueda realizar un análisis a los procesos que se realizan y se establezcan estrategias para mejorar los procedimientos.
- ➡ Sirve para capacitar al personal, y, en los procesos de inducción del nuevo personal.
- ➡ Ayuda a comprender a todos los integrantes de la organización cual es el plan organizacional que maneja la empresa
- ➡ Determina las responsabilidades de cada uno de los cargos laborales y la manera como se relacionan con los demás componentes de la empresa.
- ➡ Delimita de manera clara el alcance de las responsabilidades para evitar los conflictos internos entre los diferentes niveles de la organización.

¹¹ Ledezma, S. (2018). *Manuales Organizacionales*. Obtenido de Sitio web Ledezma Martínez Consultores: <http://ledezma-martinez.com/servicios/manuales-organizacionales/>

Los manuales pueden ser de tipo general o específico, los primeros se aplican a todas las áreas que componen la empresa mientras que los segundos son dirigidos a determinadas áreas de la organización. Las manuales se clasifican según su funcionalidad en: manuales de organización, procedimientos y de funciones.

- ➡ **Manual de organización.** Este tipo de manual contiene información relacionada al funcionamiento general de la empresa, permite que el personal conozca y se familiarice con las políticas, normas y procedimientos que se manejan en la empresa. El contenido de este documento variará dependiendo de la visión empresarial que tengan los encargados de su elaboración, sin embargo, autores como Del Rosario, Sempertegui y Nowak (2019) recomienda que por lo menos contenga la siguiente información: Antecedentes históricos y descripción de la organización; Misión y visión empresarial; Objetivos y metas organizacionales; base legal que justifique la creación del manual y la razón de ser de la empresa; organigrama estructural; Organigrama departamental (describe cada uno de los componentes de las distintas áreas de la empresa) y Política y normativa empresarial
- ➡ **Manual de procesos.** Es una descripción de los procedimientos lógicos y ordenados para el buen funcionamiento de la organización, es un documento importante en la empresa porque facilita la supervisión, evita que se dupliquen las funciones, la auditoria, evaluación y vigilancia de los procesos internos. Para su diseño se emplean diagramas de flujo y formularios que describen de manera detallada los procedimientos a llevarse a cabo los mismos que contiene: nombre y caracterización del procedimiento, lugar donde se llevará a cabo, código, descripción del proceso, responsables de llevar a cabo las actividades, cantidad de pasos a seguir y descripción de las actividades y sub actividades.
- ➡ **Manual de funciones.** Es un documento donde se establece: funciones, responsabilidad, características de cada puesto de trabajo, perfiles de cada puesto, define el lugar que ocupa cada miembro en el organigrama estructural, identifica los mandos de cada componente y el personal que tiene a cargo si se da el caso, establece la relación jerárquica de sus componentes y esquematiza la relación entre ellos. Es un documento que consta de: caracterización y nombre del puesto de trabajo, departamento, código, descripción del cargo, descripción de funciones y

responsabilidades del cargo, perfil laboral del responsable, nivel académico, habilidad, destreza y conocimientos técnicos.

No existe en la literatura citada ninguna regla o método establecido para la elaboración del manual de funciones, simplemente se manejan criterios lógicos para su diseño, sin embargo, todo manual debe contener: información referente al puesto laboral, identificar los perfiles acordes a los procedimientos de cada operación, diseñar un manual ajustado a las necesidades funcionales de la empresa, el manual debe ser revisado y aprobado por las instancias respectivas y debe ser actualizado acorde a los requerimientos de la empresa.

1.5.4 Dirección

Es la capacidad de influir en las personas para que contribuyan a las metas de la organización y del grupo. Implica mandar y motivar a los empleados para que realicen tareas esenciales. Las relaciones y el tiempo son fundamentales para la tarea de mando para lograr el futuro que surge de la planeación y organización, los administradores al establecer el ambiente adecuado, ayudan a sus empleados a hacer su mejor esfuerzo. El mando incluye motivación, enfoque de liderazgo y la comunicación.

La motivación es lograr que el personal experimente el sentido de pertenencia en la empresa, que ubique el salario como un medio para satisfacer sus necesidades y el trabajo como la oportunidad de contribuir al bienestar de la comunidad y a la realización de sus potencialidades. Para que la motivación alcance sus objetivos, requiere que el administrador logre desarrollar conocimientos y habilidades en el personal para mejorar la eficiencia, creatividad y productividad.

El liderazgo es la capacidad que debe tener el empresario para influir sobre las personas para que de una manera voluntaria realicen el trabajo que le corresponda; el líder debe ser una persona que infunda respeto, seguridad, admiración y al mismo tiempo deseos de trabajar bajo su dirección.

La Comunicación es el proceso de transmisión y recepción de ideas, informes y mensaje, los medios de comunicación utilizados dentro de la empresa son: verbal, escrito, electrónico, no verbal, ascendente, descendente

1.5.5 Control

Es la última fase de la gestión administrativa donde se evalúan los resultados obtenidos con relación a lo planeado, con el objeto de corregir desviaciones, prevenirlas y mejorar el desempeño de la empresa.

Las técnicas de control, se aplican en todas las áreas funcionales de la empresa, porque permiten evaluar la ejecución y determinar la acción correctiva necesaria. Para que el control sea efectivo debe desarrollarse de manera integral y aplicarse continuamente a la empresa de manera preliminar, concurrente y posterior.

En el área de producción se origina el control de los costos de producción, de materia prima, mano de obra, mantenimiento y conservación de máquina; en el área de ventas se utilizan los controles de volumen ventas, artículos vendidos, precios y clientes. En el área financiera se aplica el control presupuestario y de costos; en el área de recursos humanos se emplea el control de asistencia y retrasos.

El proceso de control se aplica a toda la organización. Todos los aspectos del desempeño de una institución deben monitorearse y evaluarse en sus tres niveles jerárquicos principales: estratégico, administrativo (o funcional) y operativo.

El control estratégico, llamado control organizacional sirven para medir el desempeño global de la empresa; el control en el nivel estratégico complementa la planeación estratégica con la definición de misión, estrategias, objetivos y ventajas competitivas.

El control táctico se aplica en el nivel intermedio y se refieren a cada una de las unidades organizacionales sean departamentos, divisiones o equipos; está orientado al mediano plazo, al ejercicio anual. Los tipos de control táctico más importantes son: control presupuestal, presupuesto – programa y contabilidad de costos.

Los controles operacionales se enfocan en las actividades y el consumo de recursos de cualquier nivel de la organización. Los cronogramas, diagramas de precedencia y presupuestos son las principales herramientas de planeación y al mismo tiempo de control operativo, se proyectan a corto plazo.

1.6 La gestión administrativa en la actividad agrícola

La gestión administrativa ha desarrollado un conjunto de conocimientos orientados al manejo de las organizaciones y un conjunto de técnicas, métodos o herramientas para la conducción hacia resultados de mayor productividad, eficiencia, calidad y distribución social en el desarrollo de la organización, en sus trabajadores, en los clientes, en el estado y en la sociedad en general.

La ejecución de sistemas de gestión administrativa y visualizar el sector agropecuario de manera empresarial permite transformar unidades productivas tradicionales de economía campesina en agroempresas que tiene identificados sus fortalezas y aprovechas las oportunidades con criterios de sostenibilidad para competir con productos de calidad en un mercado cada vez más exigente.

La figura 1.22 ilustra la implementación de la gestión administrativa (planeación, organización, dirección y control) en la actividad agrícola en cada una de las áreas de la empresa: producción, mercadeo, finanzas y talento humano, la innovación, la tecnología como parte de la empresa respetando y conservando los recursos naturales y el medio ambiente.

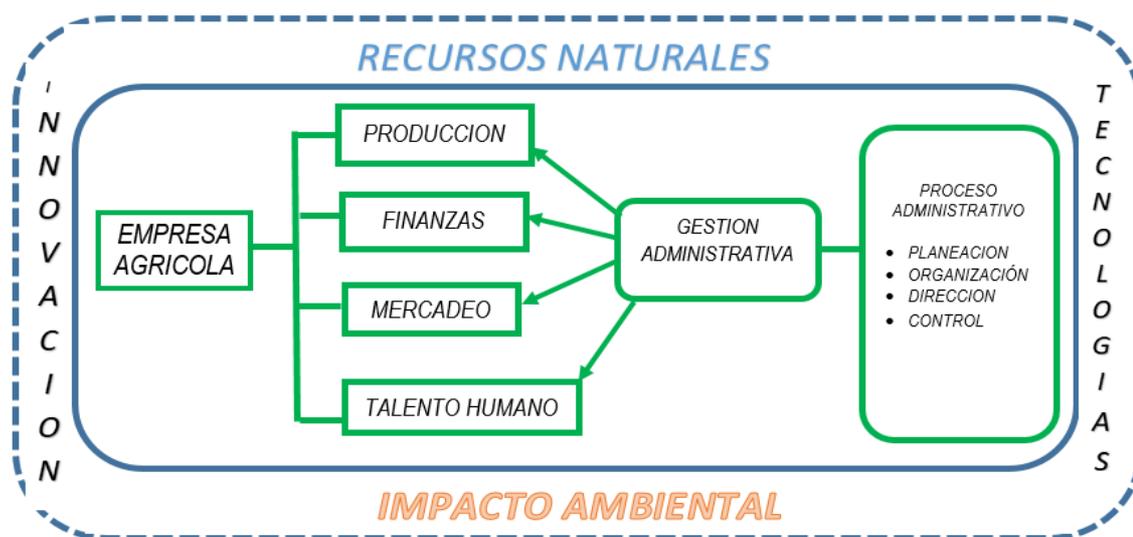


Figura 1.22 La gestión administrativa en la empresa agrícola

1.6.1 Producción

La agricultura proviene del latín **Agri** campo y **Cultura** cultivo; es el conjunto de técnicas y conocimientos para cultivar la tierra, engloba el tratamiento del suelo, la producción de vegetales y la conservación del medio ambiente natural.

La tendencia mundial es el desarrollo de la agricultura, la administración racional de los recursos (tierra, mano de obra y capital) en el desarrollo y fomento de las actividades agrícolas por la demanda de sus productos y para garantizar la seguridad y soberanía alimentaria de los países.

El área de producción tiene como objetivo gestionar los procesos de actividad agrícola con respecto a la tierra requerida, el espacio de suelo para el desarrollo de la agricultura, que cultivos sembrar, que cantidad de tierra asignar por cultivo, que técnicas de producción a utilizar, que equipos, maquinarias y herramientas utilizar para lograr una excelente producción.

Para ello, es necesario diseñar y ejecutar planes con respecto a un sistema de producción para cada cultivo, esto supone identificar: la materia prima, mano de obra y otros insumos

(los factores del suelo, clima, agua, factores biológicos, semilla y los requerimientos de capital); la selección y combinación de insumos: insecticidas, herbicidas y fertilizantes, la selección del tipo y tamaño del tractor que se necesita para preparar la tierra y sembrar el cultivo en un tiempo adecuado, la disponibilidad de sistemas de riego (procesamiento) que da como resultado un producto para un mercado determinado.

Estar a cargo del área de producción implica tomar decisiones sobre:

- o Que productos se deben producir y cómo se va a hacer, es decir, supone elegir la tecnología, ya sea para la producción primaria o para su transformación, sin descuidar la calidad del producto.
- o Disponibilidad de materia prima, las necesidades de ampliar el área sembrada, las alternativas para ampliar el área sembrada.
- o Requerimiento de capital: las necesidades para el inventario, el equipo e instalaciones, comparándolas con la rentabilidad de la inversión.
- o Mercado: aceptación del producto, volumen, precio y utilidad, competencia actual y futura, el pronóstico de la demanda futura: ventas esperadas.
- o Mano de obra: disponibilidad de mano de obra en la región.
- o Habilidades administrativas: posibilidades de capacitarse o de contratar personal con formación o habilidades en administración.
- o Tecnología: modificaciones que deben hacerse en las máquinas y equipos para ser competitivos. la medición de la capacidad actual de las instalaciones.
- o Los costos y la rentabilidad del cultivo.

1.6.2 Mercadeo

Se refiere a todas aquellas actividades relacionadas con los esfuerzos de la empresa por estimular y satisfacer la demanda de productos y servicios, desde el productor hasta el consumidor.

La habilidad para analizar el mercadeo refleja los cambios de expectativas en los esquemas de producción, comprar insumos y establecer estrategias de venta del producto son componentes esenciales para que una administración de empresas agropecuarias

tenga éxito, en la toma de decisiones en el área de mercadeo, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Establecer los canales de comercialización de los productos: mayorista, intermediario u otros.
- Elaborar los programas de distribución de productos a los clientes.
- En las características del producto se debe considerar atributos tangibles e intangibles: empaque, envase, garantía, patente, marca y servicios al cliente.
- En la empresa agrícola resulta importante precisar en las ventas la presentación: sacos, quintales, cajas, toneladas, kilogramos o en unidad.
- El precio con que saldrá el producto al mercado debe ser fijado partiendo del análisis de costos de producción y operación de la empresa.
- Determinar la cantidad de ventas necesarias para que la empresa cubra los costos. Es decir, cuántas unidades debe vender la empresa para cubrir los costos fijos (remuneración, depreciación, intereses, entre otros). Las unidades que se venden por encima de ese punto de equilibrio son las que dan ganancia a la empresa.

Para estudiar el mercadeo de los productos agrícolas se pueden aplicar diferentes métodos; los enfoques dependen de la orientación a dar: se puede estudiar la comercialización a partir de las etapas o procesos que sufren los productos desde la cosecha hacia el consumo; el estudio puede realizarse por productos o por grupos de productos; así mismo, puede efectuarse el estudio de las personas o agentes participantes en los procesos; por último, puede analizarse el mercadeo a partir de la investigación de las pérdidas, mermas y deterioros ocurridos a la producción después de la cosecha y en todo el proceso de comercialización, interpretándose también las causas de dichas pérdidas.

1.6.3 Finanzas

Es la obtención y uso de fondos para comprar bienes, servicios, compra de terrenos, pago de deuda, contrato de mano de obra, infraestructura, créditos, inversiones, arrendamiento de maquinaria, pagos para amortizar el préstamo o compra de maquinaria, las estimaciones de la rentabilidad y liquidez en la empresa.

Para ello, se requiere que la empresa agrícola disponga de un presupuesto, que disponga de un proceso que permita tener la información contable y análisis financiero, de un control interno que permita detectar desviaciones y evitar posibles pérdidas, de un financiamiento, así como, evaluar nuevas oportunidades de inversión en caso de contar con excedentes de flujo para generar valor a la empresa.

Sin una gestión correcta del departamento de finanzas se tendrá problemas para mantener el equilibrio y la toma de decisiones dentro de la organización.

1.6.4 Talento humano

Esta área tiene como objetivo el manejo del personal orientado a lograr un objetivo común, establece la guía y supervisión de las actividades que deben realizar los empleados de la empresa; para ello, se necesita que los empleados sientan que pueden desarrollar sus capacidades y que se puedan realizar como personas. Para asegurar el éxito de la empresa, el administrador debe seguir los siguientes lineamientos:

- Escoger al personal adecuado para desarrollar las funciones de la empresa.
- Establecer mecanismos para medir el rendimiento de los trabajadores.
- Establecer incentivos que permitan estimular al personal para incrementar los rendimientos en la empresa.

1.6.5 Planeación

La planeación es la primera función administrativa, consiste en elaborar estrategias que guíen el accionar eficiente de los recursos, designar actividades de la organización para el cumplimiento de las metas.

Una empresa que conoce su misión, visión, valores, objetivos, políticas, estrategias empresariales, es capaz de identificar y proyectar sus acciones a futuro, además de reorientar el camino de sus procesos si encuentra que hay falencias y deben ser corregidas.

Es necesario realizar un diagnóstico organizacional que permita detectar fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, como se ilustra en la figura 1.23. Con el fin, de identificar si existen fallas o riesgos que afecten la dinámica productiva de la empresa, al igual que sus causas y las estrategias a desarrollar para mitigarlos o eliminarlos mediante el uso disciplinado de las técnicas disminuyendo la incertidumbre que puedan presentarse ante cambios futuros.



Figura 1.23. Diagnóstico situacional (FODA)

Ejercicio 1:

FODA

Fortalezas

- Talento humano capacitado
- Terreno propio
- Infraestructura adecuada (oficinas, bodegas, galpones)
- Semilla de calidad
- Distribución eficiente de todas las áreas
- Equipos adecuados
- Aceptación del mercado
- Normas de impacto ambiental
- Alto rendimiento en producción
- Calidad de materia prima en producción

- Uso de tecnología (maquinaria agrícola, sistemas de riego) para nuestros cultivos.
- Suelo apto para el uso de los cultivos.
- Estructura organizacional definida.
- La empresa dispone de capital propio.
- Diversificación de la actividad productiva.
- Contamos con proveedores fijos de alta confiabilidad.
- La empresa dispone con vías de acceso hacia los cultivos.

Oportunidades

- Obtener recursos financieros
- Aprovechamiento de los precios oficiales
- Contrato con empresas para la exportación de los productos.
- Aceptación de nuestros productos en los mercados internos y externos
- Precios competitivos
- Sector privado interesado en invertir en el sector agrario.
- Alta demanda de materia prima (cacao, arroz, soya, maíz).
- Nuevos mercados internacionales para el banano.

Debilidades

- Dificultad en la disponibilidad de agua
- Falta de capacitación
- Falta de cultura en el uso de las normas de bioseguridad
- Geografía accidentada de la zona para la operación de maquinarias agrícolas.
- Los cultivos de los alrededores de la zona no mantienen planes de control y mitigación de plagas.
- Altas dependencias de mercado.
- Alta dependencia de agroquímicos.
- Deterioro operativo del suelo en el área de producción de ciclo corto debido la explotación constante.

Amenazas

- Inestabilidad en los cambios ambientales

- Competencia.
- Falta de inversión extranjera.
- Altas exigencias en calidad de los productos.
- Variación de los precios de productos
- Ataque de plagas y enfermedades.
- Fenómenos climáticos adversos.
- Empresas con una mayor tecnificación con producción
- Desbordamiento del río
- Contaminación ambiental por el mal manejo de empresa cercanas

Misión

La misión es la razón de ser de la empresa, para es el propósito o motivo por el cual existe la empresa, es de carácter permanente y debe responder: ¿Quiénes somos?, ¿A que nos dedicamos?, ¿Cuál es nuestro valor agregado y/o ventaja competitiva?, mientras que para es una descripción de lo que se quiere hacer en la empresa.

Ejercicio 2:

Producir y comercializar nuestros productos agrícolas, de alta calidad satisfaciendo las demandas alimenticias del mercado nacional e internacional. Contribuyendo con el desarrollo económico y minimizar la contaminación ambiental que podamos generar en nuestra empresa.

Visión

La visión es lo que se quiere que sea la organización en el futuro, como se concibe entre el entorno y su organización interna, provee dirección y forja el futuro de la empresa estimulando acciones concretas en el presente.

Ejercicio 3:

Producir y comercializar nuestros productos agrícolas, de alta calidad satisfaciendo las demandas alimenticias del mercado nacional e internacional. Contribuyendo con el desarrollo económico y minimizar la contaminación ambiental que podamos generar en nuestra empresa.

Los valores de la empresa representan la filosofía que rigen el comportamiento interno de una empresa, su relación con sus proveedores, clientes y accionistas, unidos a la misión y la visión, representan los pilares fundamentales de una organización porque son los que marcan el rumbo del comportamiento de la empresa, la personalidad de la marca y la conducta de los empleados.

Ejercicio 4:

Valores Corporativos.



Respeto: La empresa trabaja siempre con respeto entre los administradores y trabajadores, logrando una estabilidad en la compañía.



Puntualidad: Una de las cualidades de la empresa es entregar a tiempo los pedidos de los clientes a pesar de tener algún imprevisto.



Liderazgo: La empresa se caracteriza por tener líderes capaces de tomar decisiones para el bienestar de la compañía.



Eficacia: Uno de los elementos que desempeña la empresa es la eficacia al desenvolvimiento de cada una de las labores.



Honestidad: Actuar con transparencia, logrando ganar una mayor confianza a nuestros clientes.



Compromiso: La empresa está comprometida con el medio ambiente y su entorno para la generación de trabajo y un mejoramiento continuo de la misma.



Responsabilidad: Cumpliendo las necesidades de producción para los clientes y de la misma forma ejercer los salarios a tiempo con los trabajadores.

Los objetivos estratégicos son los resultados específicos que se desean alcanzar medibles y cuantificables a un tiempo para lograr la misión. Las políticas son lineamientos generales que deben de observarse en la toma de decisiones para orientar la acción. Las estrategias son los cursos de acción que muestran la dirección y el empleo de los recursos para el logro de los objetivos.

Ejercicio 5:

Objetivo general, estrategias y políticas generales de la empresa

<i>Objetivo general</i>	<i>Estrategia general</i>	<i>Políticas Generales.</i>
Ser una empresa reconocida por sus productos de calidad.	Disponer de tecnología para obtener un producto de calidad mejorando el rendimiento económico de la empresa.	<ul style="list-style-type: none">✓ Los productos que ofrece la empresa cumplen con normas de calidad.✓ La empresa aplica valores éticos en todo su accionar.✓ La empresa promueve normas de cuidado del medio ambiente✓ La empresa prohíbe el uso de sustancias ilícitas✓ La empresa contará con normas de bioseguridad.✓ La empresa dispone del registro de control de ingreso y salida del personal.✓ La empresa aplica tecnología en los procesos de producción.

Función, objetivos, estrategias, políticas departamentales

Capítulo I. La economía en la empresa agrícola

Función	Objetivo	Estrategias	Políticas
Producción	Incrementar la producción de los cultivos de ciclo perenne y anual para satisfacer las necesidades del cliente, con productos de calidad.	<ul style="list-style-type: none"> • Contar con semillas certificadas. • Personal capacitado para desarrollar las actividades. • Buen manejo de prácticas agrícolas. • Fuente de agua • Buen manejo de plagas y protección del suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer convenios con empresas proveedoras de semillas certificadas • Llevar una base de datos de capacitación. • Establecer un reservorio de agua para el regío
Ventas	Distribuir y comercializar productos de calidad a mercados locales o nacionales, satisfaciendo las necesidades del cliente.	<ul style="list-style-type: none"> • Disponer de mercados para la comercialización de los productos. • Implementar las normas de bioseguridad en productos. • Diseñar una base de datos de los clientes fijos. • Expandir la comercialización de los productos a otros mercados 	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer confianza con el comprador y brindar un buen servicio. • Ofrecer productos agrícolas de calidad a nivel nacional
Talento humano	Desarrollar un ambiente laboral y organizacional que permita mantener buenas relaciones personales entre los directivos y colaboradores de la empresa e	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer capacitación para los trabajadores • Motivar a los empleados a incrementar el rendimiento de sus actividades. • Llevar un registro de datos de los trabajadores. • Identificar las necesidades de los trabajadores. • Evaluar a los empleados de manera permanente 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitar a los trabajadores del área administrativa. • Ayudar a los empleados a crecer y desarrollarse. • Diseñar un registro de entrada y salida de la empresa. • .
Finanzas	Manejar eficientemente los recursos para lograr la rentabilidad de la empresa agrícola.	<ul style="list-style-type: none"> • Llevar control en las áreas de la empresa. • Minimizar costos de producción. 	<ul style="list-style-type: none"> • Llevar un sistema contabilidad. • Formular estados financieros.

La planificación hace uso de herramientas para la toma de decisiones en la actividad empresarial como el método de Gráfica de Gantt que expresa de forma gráfica qué actividades deben cumplirse en relación al tiempo.

Para el registro de las actividades del proceso de producción de los cultivos anuales se puede emplear el método de Gantt como se observa en la Tabla 1.1 donde se registra el detalle de las actividades, los meses y las semanas que dura el proceso productivo.

Tabla 1.1 Cronograma de las actividades del proceso de producción

N°	Detalle	MESES: 4 = 16 SEMANAS															
		SEMANAS															
		1				2				3				4			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Preparación suelo																
2	Siembra																
3	Control maleza																
4	Fertilización																
5	Control enfermedades																
6	Control de malezas																
7	Control plagas																
8	Cosecha y postcosecha																

Núñez y Espitia (2013), afirma que las agroempresas que planifican sus actividades con una visión de mediano y largo plazo, mejoran su desempeño; pueden tomar mejores decisiones, contar con instrumentos útiles para el alcance de las metas propuestas.

1.6.6 Organización

Como parte integrante de la gestión administrativa, es el arreglo de las funciones que se estiman necesarias para lograr un objetivo, estableciendo la autoridad y la responsabilidad a las personas que tienen a su cargo, la ejecución de las funciones, el diseño de las estructuras para la simplificación y optimización del trabajo, la división del trabajo, la estructura organizacional, los modelos de organización.

En el proceso de organización se utilizan herramientas de organización que deben de aplicarse de acuerdo a las necesidades de cada empresa, las más utilizadas son: organigramas, manuales, diagramas de proceso, cuadro de distribución del trabajo y análisis de puestos.

- La organización en la empresa agrícola se refiere al ordenamiento de los recursos y funciones para facilitar el logro de los objetivos de acuerdo a fundamentos básicos:
- La organización es de carácter continuo, aunque puede cambiar de acuerdo a las necesidades.
- Es el medio establecido para el logro de los objetivos.

- Establece métodos y procedimientos para el desempeño de las actividades y elimina la duplicidad de funciones al delimitar funciones y responsabilidades.
- Es un elemento clave para reducir los costos y facilitar el incremento de la productividad.

1.6.7 Dirección

La dirección es la ejecución de todas las fases del proceso administrativo mediante la conducción y orientación de los recursos, y el ejercicio del liderazgo hacia el logro de la misión y visión de la empresa.

La motivación es lograr que el personal experimente el sentido de pertenencia en la empresa, que ubique el salario como un medio para satisfacer sus necesidades, el trabajo como la oportunidad de contribuir al bienestar de la comunidad y a la realización de sus potencialidades. Para que la motivación alcance sus objetivos, requiere que el administrador logre desarrollar conocimientos y habilidades en el personal para mejorar la eficiencia, creatividad y productividad.

El liderazgo es la capacidad que debe tener el empresario para influir sobre las personas para que de una manera voluntaria realicen el trabajo que le corresponda; el líder debe ser una persona que infunda respeto, seguridad, admiración y al mismo tiempo deseos de trabajar bajo su dirección.

La Comunicación es el proceso de transmisión y recepción de ideas, informes y mensaje, los medios de comunicación utilizados dentro de la empresa son: verbal, escrito, electrónico, no verbal, ascendente, descendente

1.6.8 Control

Es la fase de la gestión administrativa donde se evalúan los resultados obtenidos con relación a lo planeado, con el objeto de corregir desviaciones, prevenirlas y mejorar el desempeño de la empresa.

Las técnicas de control, se aplican en todas las áreas funcionales de la empresa, porque permiten evaluar la ejecución y determinar la acción correctiva necesaria. Para que el control sea efectivo debe desarrollarse de manera integral y aplicarse continuamente a la empresa de manera preliminar, concurrente y posterior y evaluarse en sus tres niveles jerárquicos principales: estratégico, administrativo (o funcional) y operativo.

El control estratégico, llamado control organizacional sirve para medir el desempeño global de la empresa, complementa la planeación estratégica con la definición de misión, estrategias, objetivos y ventajas competitivas. El control táctico se aplica en el nivel intermedio, está orientado al mediano plazo, al ejercicio anual. Los controles tácticos más importantes son: control presupuestal, presupuesto – programa y contabilidad de costos.

Los controles operacionales se enfocan en las actividades y el consumo de recursos de cualquier nivel de la organización. Los cronogramas, diagramas de precedencia y presupuestos son las principales herramientas de planeación y al mismo tiempo de control operativo, se proyectan a corto plazo.

El control en la administración agro empresarial es de vital importancia porque:

- Establece medidas para corregir las actividades con desviación de tal forma que se alcancen los planes con éxito.
- Se aplica a los procesos y sistemas.
- Determina y analiza las causas que están originando las desviaciones y puede llevar a la definición de controles preventivos.
- Reduce costos y ahorra tiempo.

1.6.9 Recursos naturales

Son aquellos bienes que pueden obtenerse de la naturaleza sin mediar la intervención del hombre. Entre ellos se tiene el suelo, el agua, el clima. Estos tienen una influencia positiva en la economía al ayudar a su desarrollo y satisfacer necesidades de la población.

La tierra es requerida como espacio de suelo para la agricultura, tiene su importancia porque en ella nacen y crecen seres vivos (plantas); sus cualidades son esenciales para la toma de decisiones relacionadas a: que productos deben cultivarse, cuanta tierra debe asignarse a cada cultivo y que técnicas o métodos de producción a utilizar.

Además, como recurso natural se tiene los factores físicos el suelo, clima y biológicos. En los factores del suelo se encuentra la topografía, fertilidad, permeabilidad, profundidad; en los factores del clima: la precipitación pluvial, temperatura, vientos, luminosidad y humedad. En los factores biológicos se encuentran las especies vegetales, enfermedades y plagas.

Una de las principales características de la tierra es como se distribuye de acuerdo al MAGAP¹² (2016) la tierra para uso agrícola en nuestro país se la clasifica en Upas (Unidad de producción agropecuaria). En la Tabla 1.2 se observan los tres tipos de Upas que existen a nivel nacional: pequeñas, medianas y grandes y el porcentaje de uso del suelo.

Tabla 1.3 Distribución de las Upas y uso del suelo a nivel nacional

Upas	Distribución (%)	Uso del suelo (%)
Pequeña	55	31
Mediana	40	46
Grande	5	23
Total	100%	100%

Fuente: MAGAP (2016)

El administrador deberá planear la regeneración de los campos agrícolas que han perdido productividad utilizando el recurso agua y suelo con criterios económicos para mejorar la eficiencia y disminuir sus costos basado en el calendario de los procesos de producción.

¹² MAGAP. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, hasta 2017, actualmente se denomina MAG

1.6.10 La tecnología y la innovación

La tecnología es el conjunto de habilidades que permiten construir objetos, máquinas para satisfacer necesidades, es importante como medio de comunicación transmitir información de manera oportuna, de forma clara y precisa al interior y exterior de la empresa, tal como sostiene el autor Idalberto Chiavenato “ sin comunicación no hay conocimiento de las actividades que se realizan dentro de la empresa.

La innovación es la búsqueda de mejores prácticas, es un proceso continuo que estimula las comunicaciones internas y las soluciones de problemas que conduce a un desempeño excelente, es un proceso de constante actualización que permite comparar la eficiencia en términos de productividad, calidad con aquellas empresas que obtienen excelentes resultados

Es muy importante que todas las empresas cuenten con la innovación de tecnologías para mejorar las funciones de su trabajo, la mejora de eficiencia, calidad y rapidez para poder alcanzar los objetivos deseados en tiempo y forma que haya resultado eficaz.

1.6.11 Impacto ambiental

El impacto ambiental es la “Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza”. Existen diversos tipos de impactos ambientales como el aprovechamiento de recursos naturales renovables: el aprovechamiento forestal o la pesca; o no renovables, tales como la extracción del petróleo o del carbón. La explotación de recursos naturales. Como la minería, la tala, la pesca de arrastre o la caza indiscriminada, actividades que agotan o deterioran el medio ambiente para obtener materia prima.

Las prácticas agrícolas que se realizan en la agricultura tienen impacto sobre el medio ambiente, impacto que varía de acuerdo a los métodos, técnicas y tecnologías utilizadas, y la escala de la producción agrícola. La agricultura en general impacta sobre el suelo, el agua, el aire, la biodiversidad, las personas, las plantas y su diversidad genética, la calidad de la comida y los hábitats.

La agricultura conlleva un gran consumo de agua y tierra desplazando a otras especies en el proceso. Los fertilizantes, plaguicidas y el estiércol empleados en la agricultura son una de las principales causas de contaminación del agua dulce. La sobrecarga de fertilizantes procedentes de los cultivos que llegan a los lagos, embalses y estanques a través de las aguas subterráneas o cursos de agua, provoca una explosión de algas que reducen el nivel de oxígeno en el agua y suprimen así a otras plantas y animales acuáticos, generando zonas muertas. Los plaguicidas matan hierbas e insectos y con ellos las especies que sirven de alimento a aves y otros animales. Los insecticidas, herbicidas y fungicidas contaminan el agua dulce y el aire con compuestos químicos que afectan al ser humano y a muchas formas de vida silvestre.

1.7 Los factores de la producción

La empresa agrícola para desempeñar su actividad requiere de una serie de elementos y recursos que son susceptibles de diversos, a estos recursos se le conoce como los factores de producción. Según varios autores son tres los factores de producción que inciden en la actividad de la empresa y son: los recursos naturales, el trabajo y el capital.

1.7.1 Tierra

El primer factor de la producción es la tierra, como elemento natural y está representada por todos los recursos que tiene, es la fuente de materia prima que el hombre utiliza para el cultivo de las plantas donde se extrae la mayor parte de los alimentos indispensable para la producción y sirve para satisfacer las necesidades económicas de un país o región.

Cuando se habla de la tierra nos referimos a suelo, desde el punto de vista de la agronomía existen diferentes tipos de suelo, otro elemento asociados a la tierra son el agua y el clima, por ello dependiendo de la ubicación de la finca productiva el valor de la finca puede ser más altos que en otros, además del criterio de la distancia a las zonas urbanas.

1.7.2 Capital

El capital es otro factor de producción o un inputs de larga duración, duradero como: la maquinaria, herramientas o las edificaciones; la cantidad de capital empleado se mide en términos de valor monetario. El capital en teoría económica, es uno de los factores de la producción que, habiendo sido creados por las personas, son utilizados para producir otros bienes o servicios.

1.7.3 Trabajo

El trabajo es el esfuerzo que realizan las personas y pueden ser de carácter físico o intelectual asegurando un beneficio económico para generar un bien o servicio y poder mantenerse en el mercado satisfaciendo las necesidades de la sociedad La valoración del trabajo no es proporcional al esfuerzo que requiere sino al beneficio que produce.

La combinación eficiente de estos tres factores permite establecer la producción de un cultivo, el rendimiento de la producción y la productividad.

El área de **producción** es la unidad económica que de acuerdo a la tecnología aplicada, combina los factores de producción o inputs (tierra, trabajo y capital) en el ciclo de producción de cada cultivo para obtener productos destinados a la comercialización buscando la obtención del máximo beneficio. De acuerdo a la tecnología aplicada en el ciclo de producción, esta va a permitir determinar el rendimiento de la producción y la productividad de cada cultivo

El **rendimiento** es un indicador calculado a partir de la relación entre la tecnología aplicada en la producción, y superficie cosechada de un producto. Dicho indicador permite observar la eficiencia en un determinado cultivo

En la **productividad** el administrador debe conocer si la tierra dedicada a los cultivos es productiva o no y para ello debe realizar de manera permanente el análisis de suelo para conocer los nutrientes que va a requerir las plantas en su desarrollo; de igual manera que si la práctica de sus actividades económicas están incidiendo positiva o negativamente en

la productividad de la tierra y no realizar malas prácticas agrícola en detrimento del Medio Ambiente y la productividad de su propiedad.

Para analizar la productividad el capital debe ser considerado como una inversión que el productor(a) necesita saber si es rentable o no invertir en un determinado rubro o actividad productiva.

Las unidades productivas requieren del recurso terrenos para desarrollar los procesos productivos, infraestructura, equipos, mobiliario, maquinarias, herramientas, vehículos, infraestructura para la prevención y mitigación ambiental y los costos de producción. Adicionalmente deben tomarse en cuenta el valor al término de la vida útil real definida, la posibilidad de programar las inversiones de reemplazo de equipos y determinar las necesidades de mantenimiento de los equipos.

1.8 El ciclo vegetativo de los cultivos

Para poder determinar las estimaciones de los costos que se incurre en un proceso de producción se requiere establecer el ciclo vegetativo del cultivo y el área del cultivo a producir representada en hectáreas (has). Para su efecto se agrupa la actividad agrícola en dos grupos:

Cultivos anuales. Son los cultivos que se siembran y se cosechan dentro de un mismo año; su ciclo productivo varía de acuerdo al producto; entre los cultivos que se siembran en la región costa se tiene: arroz, maíz, soya, frejol, pepino, sandía, melón, pimiento, tomate, tabaco, girasol, sorgo, yuca, pimienta, jengibre, ají, etc. En la tabla 1.3 se observa los cultivos que se siembran en la región Litoral o costa y el ciclo vegetativo del cultivo.

Tabla 1.3 Ciclo vegetativo de cultivos anuales

Cultivos Anuales	Ciclo vegetativo
Melón	90 días (3 meses)
Pepino	90 días (3 meses)
Arroz	120 días (4 meses)

Maíz	120 días (4 meses)
Soya	120 días (4 meses)
Frejol	120 días (4 meses) o cambiar según la variedad
Sandía	120 días (4 meses)
Tomate	120 días (4 meses)
Pimiento	120 días (4 meses)
Ají	120 días (4 meses)
Maní	120 días (4 meses)
Sorgo	120 días (4 meses)
Tabaco	180 días (6 meses)
Girasol	180 días (6 meses)
Yuca	270 días (9 meses)
Pimienta	270 días (9 meses)
Jengibre	270 días (9 meses)
Gandul	210 días (7 meses)

Cultivos permanentes. Son cultivos que no agotan su vida productiva en el primer año de cosecha, sino que duran por varios años entre ellos se tiene: Palma, banano, plátano, maracuyá, piña, cacao, papaya, guanábana, etc.

1.9 Los costos de producción

El costo de producción consiste en asignar los recursos necesarios para la transformación de las materias primas más la participación del recurso humano y la tecnología en un producto elaborado; es una herramienta indispensable para la toma de decisiones y el establecimiento de controles porque permite

La determinación de los costos sirve como elemento para la toma de decisiones en la elección del cultivo y la tecnología que será utilizada para poder presupuestar y estimar las necesidades de capital; para ello, es indispensable identificar y conocer el comportamiento de los costos involucrados en la actividad productiva.

Además, los costos de producción, son de gran importancia en la actividad agrícola porque permiten conocer si está obteniendo beneficios económicos en cada proceso de la producción, así como su posible retorno y utilidad de la empresa.

1.9.1 Elementos del costo

El costo está integrado por elementos directos como la materia prima o insumo y la mano de obra directa utilizada en el proceso de producción y los costos indirectos de producción o fabricación.

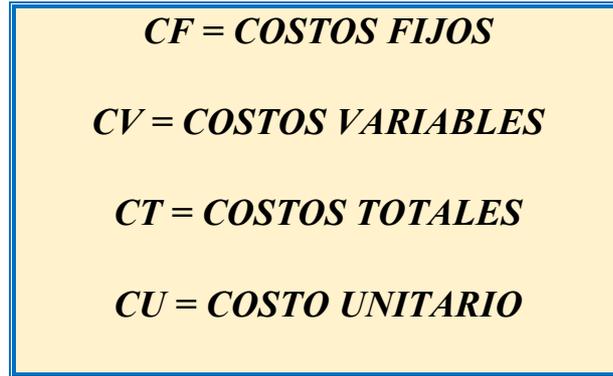
La materia prima constituyen el conjunto de insumos o bienes que se encuentran en estado natural o hayan tenido algún tipo de transformación previa, requeridos para la realización de un proceso productivo.

La mano de obra “Es el esfuerzo físico o mental que realizan los trabajadores que intervienen en la elaboración del producto” es la que se involucra de manera directa en el proceso de producción de un artículo terminado

Los costos indirectos de producción o fabricación (CIF). Son elementos diferentes a materia prima y mano de obra, pero que se hacen necesarios en el proceso de producción. Dentro de este grupo se encuentra: Los arrendamientos, sueldos, servicios públicos, depreciaciones de los bienes, papelería, útiles de aseo, cafetería. Se caracterizan por cuanto el conjunto de costos no se identifica plenamente con el producto, no son fácilmente medibles ni cuantificables, por lo que requieren ser calculados de acuerdo a una base de distribución específica.

1.9.2 Clasificación de los costos por el volumen de producción

Existen varias clasificaciones de los costos, sin embargo los más utilizados es por el volumen de producción, los costos se clasifican en: costos variables, costos fijos, costos totales y costo unitario.

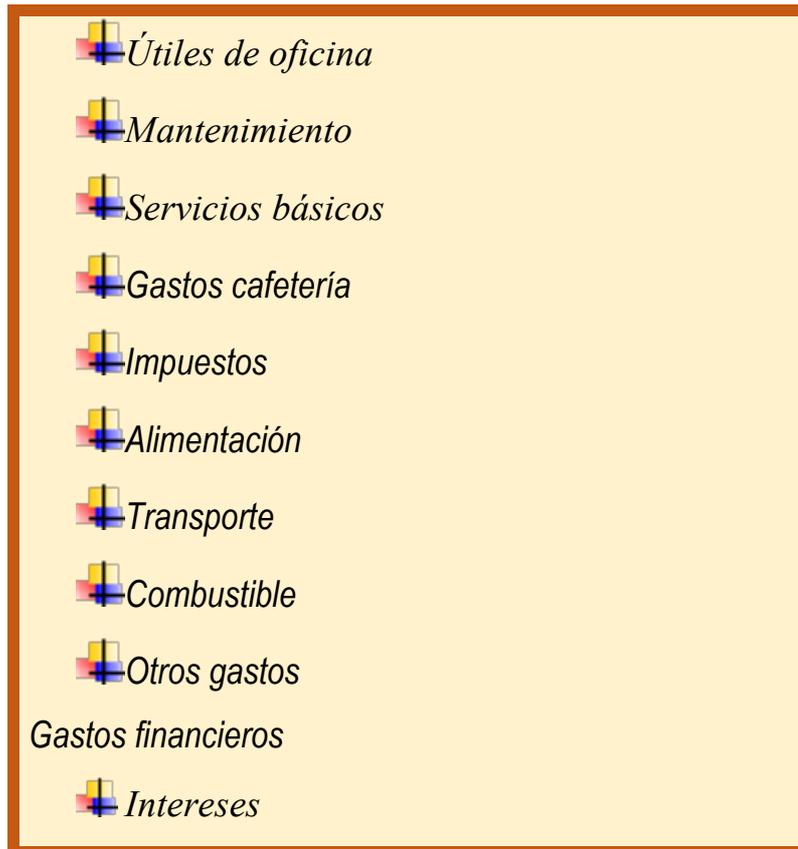


1.9.3 Los Costos fijos

Son los costos constantes, inalterables; que no varían, existen independientemente del volumen de producción; es decir, exista o no producción, siempre habrá que incurrir en estos costos entre ellos se tiene las remuneraciones (administrador, técnicos, secretaria, contador, guardia, chofer), depreciaciones de los bienes (equipos de fumigación, herramientas, equipos de riego, edificaciones, vehículos, funiculares, equipos de oficina, muebles y enseres), consumo de servicios básicos (luz, agua, teléfono), mantenimientos de bienes, útiles de oficina, gastos de cafetería, gastos varios, intereses, etc.

Los equipos y la infraestructura que se construye o rehabilitan requieren de mantenimiento (preventivo y el correctivo) para alcanzar o extender su vida útil. Por preventivo, se entiende el conjunto de actividades y servicios periódicos o permanentes, que tienen como finalidad, preservar en buen estado la infraestructura durante su vida útil. El mantenimiento correctivo, es todo aquel trabajo que corrige fallas y/o defectos de los elementos constructivos.





1.9.3.1 Las remuneraciones.

Etimológicamente, sueldo es una palabra que proviene del latín tardío *solīdus*, que significa ‘sólido’, que era una antigua moneda de oro romana.

La remuneración es la cantidad de dinero o cosa que se da a una persona como pago por un trabajo o un servicio prestado que recibe de manera periódica por el desempeño de un cargo o puesto dentro de la empresa. Es decir, es una cantidad fija, previamente acordada y establecida en un contrato de trabajo, que es pagada al empleado o trabajador con una periodicidad que podrá ser semanal, quincenal o mensual, dependiendo del régimen de cada país.

El sueldo o remuneración del empleando o trabajador de la empresa establecido mediante un contrato de trabajo es parte de los costos fijos, mientras que, la remuneración recibida por jornal¹³ de trabajo es parte de los costos variables de la empresa.

El valor del sueldo o remuneración no varía si un mes tiene menos días laborables que otro. No obstante, la cantidad de dinero que recibirá el trabajador sí variará en función de las retenciones que, por ley, se deben aplicar sobre el sueldo del trabajador, y que son reflejadas en la nómina. Por lo tanto, es importante identificar tres tipos de sueldo: el sueldo base, el sueldo bruto y el sueldo neto.

Sueldo Base. Es el sueldo determinado en el contrato de trabajo en función del puesto establecido dentro de la empresa que recibe un empleado a cambio de su trabajo. El sueldo base sirve para realizar el cálculo de las retenciones que por ley debe hacerle al empleado o trabajador de la empresa. Por lo general, los sueldos base son fijados en convenios laborales. Al sueldo base se le suma los complementos salariales que aumentan el ingreso total del sueldo que percibe el trabajador.

Sueldo Bruto o total de ingresos. Es la cantidad total de dinero que es asignada a un trabajador en pago por sus servicios, y que comprende el sueldo base más horas extras hasta los complementos salariales.

Sueldo Neto o líquido a recibir. Es la cantidad de dinero que percibe el trabajador una vez que han sido descontadas las retenciones como los impuestos y la seguridad social que por ley la empresa deberá abonar al estado en nombre del trabajador.

Descuentos: son los valores que se restan al total de ingresos establecidos dentro de la norma vigente como son: el aporte al IESS y el impuesto a la renta.

Aportes al IESS. El empleador tiene la obligación de descontar de la remuneración del trabajador el valor correspondiente al aporte personal. Para efectos del cálculo de las aportaciones y contribuciones al IESS En el caso del afiliado en relación de dependencia, se entenderá sueldo o salario mínimo de aportación el integrado por: el sueldo o salario

¹³ Jornal. Es el trabajo que una persona realiza y por el que recibe una cantidad de dinero por cada día de trabajo.

básico, más lo que perciba por trabajos extraordinarios, suplementarios o a destajo, comisiones, participación en beneficios, o cualquier otro ingreso que tenga el carácter de normal en la industria o servicio.

Impuesto a la renta. (IR). Otra de las obligaciones del empleador es hacer la retención en la fuente de los ingresos que por concepto de remuneración perciban sus trabajadores, de conformidad con lo establecido por el Art. 36 de la Ley Orgánica de Régimen Tributario Interno. Retención que se realiza a las personas en función de la tabla de retenciones establecida por el servicio de rentas internas.

La tabla 1.4 permite realizar el cálculo de las remuneraciones mensuales y por proceso productivo del personal permanente de la empresa (administrador, técnicos, secretaria, contador, guardia, chofer, etc.); para ello se debe determinar:

- a. El total de ingresos = sueldo base o mensual
- b. Total descuentos = aportación personal IESS + impuesto a la renta
- c. Líquido a recibir = el total de ingresos - el total de descuentos
- d. Sueldo mensual = líquido a recibir
- e. Tiempo de duración del proceso productivo
- f. Total del sueldo del proceso productivo = sueldo mensual x tiempo de duración del proceso productivo.

Tabla 1.5 Remuneración del personal permanente en un proceso productivo

Nº	Nombres	Cargo	Ingreso	Descuentos		TOTAL DESCUENTOS	Remuneración Mensual
			Sueldo Mensual	IESS 9.45%	Impuesto Renta		
1	Xxxxx	Adm	700	66,15	0	66,15	633,85
2	Xxxxx	Secretaria	400	37,8	0	37,8	362,20
3	Xxxxx	Jefe Prod	600	56,7	0	56,7	543,30
TOTAL SUELDO MENSUAL							1539,35
TIEMPO DE DURACION DEL PROCESO PRODUCTIVO MAIZ (4 MESES)							4
TOTAL SUELDO POR PROCESO PRODUCTIVO MAIZ							6157,40

Además, del sueldo base establecido en el contrato de trabajo, dentro de la legislación laboral ecuatoriana los empleados y trabajadores bajo un contrato de trabajo tienen derecho a beneficios sociales que son de carácter obligatorio (Ministerio de Relaciones Laborales. 2018) y son:

- ➡ Pago por horas extras y suplementarias. El trabajador tiene derecho a percibir el pago por horas extras y suplementarias, en el caso que trabaje estas horas. Las horas suplementarias son las realizadas luego de la jornada ordinaria de trabajo mismo que se considerarán hasta las 24 horas. Tienen un recargo del 50%, no podrán exceder de 4 horas diarias y ni 12 horas a la semana.
- ➡ Las horas extraordinarias son las ejecutadas en los días de descanso obligatorio, feriados o las realizadas con comprendidas a las 24:00 hasta las 6:00 y tienen un recargo del 100% al valor de la hora. Si la jornada normal de trabajo está comprendida entre las 19:00 y 6:00 del siguiente día, el trabajador tendrá derecho a igual remuneración, más un aumento del 25%.
- ➡ La décima tercera remuneración o bono navideño, los trabajadores tienen derecho a que sus empleadores les paguen, hasta el veinticuatro de diciembre de cada año, una remuneración equivalente a la doceava parte de las remuneraciones que hubieren percibido durante el año calendario.
- ➡ El décimo cuarto sueldo. Los trabajadores percibirán una bonificación anual equivalente a una remuneración básica mínima unificada, que será pagada hasta el 15 de marzo en las regiones de la Costa e Insular, y hasta el 15 de agosto en las regiones de la Sierra y Amazónica. Para el pago de esta bonificación se observará el régimen escolar adoptado en cada una de las circunscripciones territoriales.
- ➡ Pago del fondo de reserva. Según el Art. 196 del Código de trabajo todo trabajador que preste servicios por más de un año tiene derecho a que el empleador le abone una suma equivalente a un mes de sueldo o salario por cada año completo a partir del segundo año de trabajo.
- ➡ Vacaciones anuales. De acuerdo al Art. 69 del Código de trabajo, todo trabajador tendrá derecho a gozar anualmente de un período ininterrumpido de quince días de descanso, incluidos los días no laborables. Los trabajadores que hubieren prestado servicios por más de cinco años en la misma empresa o al mismo empleador,

tendrán derecho a gozar adicionalmente de un día de vacaciones por cada uno de los años excedentes o recibirán en dinero la remuneración correspondiente a los días excedentes.

- ➡ Pago de la jubilación patronal. Los trabajadores que por 25 años o más hubieren prestado servicios, continuada o interrumpidamente, tendrán derecho a ser jubilados por sus empleadores.
- ➡ Licencia por paternidad. El trabajador (padre de familia) tiene derecho a un periodo de licencia por paternidad.
- ➡ Licencia por maternidad. La mujer trabajadora tiene derecho a un periodo de licencia por maternidad.
- ➡ Pago del subsidio por maternidad. La madre trabajadora tiene derecho al subsidio por maternidad.
- ➡ Pago de utilidades. El trabajador tiene derechos al pago por concepto de utilidades,

La Tabla 1.5 permite registrar el cálculo de la remuneración del proceso productivo más los beneficios sociales que tienen derecho un empleado o trabajador.

Tabla 1.5. Remuneración del proceso productivo con beneficios sociales

<i>Nº</i>	<i>Nombres</i>	<i>Cargo</i>	<i>Remun* mensual</i>	<i>Sueldo PP *</i>	<i>IESS Patronal</i>	<i>XIV</i>	<i>XII</i>	<i>Fondos reserva</i>	<i>Vacaciones</i>	<i>Total</i>
TOTAL BENEFICIOS PERSONAL PERMANENTE										

**Remuneración mensual*

**Sueldo proceso productivo*

1.9.3.2 Las depreciaciones y revalorizaciones de los bienes de la empresa agrícola.

Los activos representan todos los bienes, derechos y otros recursos de los que dispone una empresa; considerando a los bienes como los elementos materiales e inmateriales de la empresa que cuentan con un valor económico propio, lo que hace que a su vez sean susceptibles de ser valorados en términos monetarios, existiendo tres tipos de activos que se ilustran en la Figura 1.24 a conocer y estos son: activos circulantes, activos fijos y los activos diferidos.

Los activos circulantes son aquellos bienes que están en continuo movimiento dentro de un periodo contable. El periodo contable es el corte que se realiza a la información económica de la empresa para su análisis, puede ser mensual, trimestral, semestral, anual o según los requerimientos de la empresa.



Figura 1.24. Los activos o bienes de la empresa

En la figura 1.25 se ilustra a los bienes que se adquieren para uso de la empresa en el área administrativa y de producción.



Figura 1.25. Los bienes fijos de la empresa

- ➡ Edificios: Estructura hormigón, concreto, madera: oficinas, galpones, oficinas, empacadoras.
- ➡ Equipos de oficina: Bienes uso oficina: Máquina escribir, perforadoras, grapadoras.
- ➡ Equipos de computación: Sistema almacena, transmite y procesa información de escritorio o portátil, impresoras
- ➡ Equipos de riego: Componentes para la distribución de agua al suelo para el cultivo: motobomba, tuberías, accesorios, aspersores, goteros, acoples, etc.
- ➡ Maquinarias Bienes para el uso agrícola: Tractores, cosechadoras, sembradoras.
- ➡ Herramientas. Bienes utilizados en equipos y maquinarias y en diferentes labores agrícolas: azadón, machete, rastrillo, baldes, tijeras, podón, escaleras, moto guadaña, curvos, etc.
- ➡ Muebles oficina: escritorios, muebles, sillas, anaqueles, archivadores, etc.
- ➡ Equipos de fumigación Bien utilizado para esparcir sustancias químicas a los cultivos: bombas de mochila y de motor
- ➡ Vehículo Bien utilizado para la movilización
- ➡ Terrenos : Espacio de suelo utilizado para la actividad agrícola

➡ Construcciones: Bienes no terminados

Los bienes para uso de la empresa, contablemente disponen de una vida útil que varía según el bien.

<u>BIENES</u>	<u>VIDA UTIL</u>
➤ Edificios, construcciones	5 - 7 - 10 - 20 años
➤ Equipos de oficina	10 años
➤ Equipos de computación	2 años
➤ Equipos de fumigación	5 años
➤ Maquinarias	10 años
➤ Muebles de oficina	10 años
➤ Herramientas	1 -3 años
➤ Vehículo	5 años
➤ Equipo de riego	5-7-10 años
➤ Animales de carga	5 – 7 años

Además, los bienes para uso de la empresa están sujetos a la depreciación y a la revalorización. En la Figura 1.26 se ilustra a la revalorización como el aumento de valor que tiene el bien en función de la plusvalía, como es el caso de los terrenos, los otros bienes de uso de la empresa se deprecian.

La depreciación. Es la pérdida de valor que se produce en el activo fijo por:

- Desgaste por el uso
- Envejecimiento por la acción del tiempo
- Imposición de nueva tecnología
- Destrucción parcial o total



Figura 1.26 Depreciación y revalorización de los bienes de uso de la empresa

Existen diferentes métodos para el cálculo de la depreciación como son:

- Línea Recta
- Unidades Producidas
- Saldos Decrecientes
- Depreciación acelerada

El método de línea recta. Conocido también como método lineal o método porcentual, consiste en prorratear o distribuir el costo actualizado del bien en partes o fracciones iguales durante sus años de vida útil estimados.

Para efectuar su demostración se debe tomar en cuenta que el método es aplicable en dos casos:

- Sin valor de desecho
- Con valor de desecho

Método de línea recta (Sin valor de desecho)

Fórmula:

$$\text{Depreciación} = \frac{\text{Valor bien}}{\text{Vida útil}}$$

Ejercicio 6:

Se tiene una bomba de fumigar cuyo costo es de 150 y su vida útil es de 5 años

$$\text{Depreciación} = \frac{\text{Valor bien}}{\text{Vida útil}} = \frac{150}{5} = 30 \text{ R// es el desgaste por año}$$

Mediante este método al cumplir la vida útil el bien se elimina de los registros contables el bien al quedar con un saldo de cero. La depreciación de los bienes se registra en una tabla de amortización (Tabla 1.6) que consta de:

Años: se registra la vida útil del bien y se inicia en el año cero porque es el periodo de la compra del bien

Depreciación del año: registra de la depreciación de cada año del bien

Depreciación acumulada: representa la sumatoria de la depreciación, en el año 1 es igual a la depreciación anual, en el año dos es la sumatoria del año más el año dos y así sucesivamente hasta completar la vida útil del bien

Valor residual: es el valor del bien menos la depreciación de cada año.

Tabla 1.6. Tabla de amortización de la depreciación de un bien

<i>Años</i>	<i>Depreciación del año</i>	<i>Depreciación acumulada</i>	<i>Valor residual o Valor en libros</i>
0	0	0	25000
1	5000	5000	20000
2	5000	10000	15000
3	5000	15000	10000
4	5000	20000	5000
5	5000	25000	- 0 -

Método de Línea Recta (con valor de desecho)

Para el cálculo del método con valor de desecho se debe establecer un valor residual a considerar por el valor del desecho que puede ser máximo del 10% que permite no eliminar de los registros contables el bien y mantener control sobre estos bienes para su posterior revalorización técnica de activos fijos o retiro de estos, aplicando la siguiente fórmula:

Método de Línea Recta (con valor de desecho)

$$D = \frac{CO - VS}{N}$$

Donde:

- D = Depreciación línea recta
- CO = Precio o Costo original del activo
- VS = Valor de rescate o salvamento = máximo 10% del costo bien
- N = Vida útil del activo en años

Ejercicio 7:

Se tiene una bomba de fumigar, su costo es de \$ 150, con un valor de salvamento del 10% del costo del bien y su vida útil es de 5 años

Donde:

D = Depreciación línea recta

CO = 150

VS = 15

N = 5 años

$$D = \frac{CO - VS}{N} = \frac{150 - 15}{5} = 27 \text{ anual}$$

El valor de la depreciación es de 27 al primer año, durante los cuatro siguientes años la depreciación será de 27 hasta llegar al finalizar el año cinco con un valor residual de 15 que representa el valor de desecho, como se observa en la Tabla 1.7. La depreciación acumulada es la sumatoria de las depreciaciones de cada año, en el año 1 es 27, en el año 2 es 54 y así sucesivamente hasta completar la vida útil del bien.

Tabla 1.7. Registro de la depreciación de una bomba de fumigar

<i>Años</i>	<i>Depreciación del año</i>	<i>Depreciación acumulada</i>	<i>Valor residual</i>
<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>150</i>
<i>1</i>	<i>27</i>	<i>27</i>	<i>123</i>
<i>2</i>	<i>27</i>	<i>54</i>	<i>96</i>
<i>3</i>	<i>27</i>	<i>81</i>	<i>69</i>
<i>4</i>	<i>27</i>	<i>108</i>	<i>42</i>
<i>5</i>	<i>27</i>	<i>135</i>	<i>15</i>

El registro de los resultados de la depreciación de los bienes del área de producción se observan en la Tabla 1.8 donde consta la fecha de adquisición, vida útil, el costo, la cantidad de bienes, el total, la depreciación anual y la depreciación del proceso productivo.

Ejercicio 8:

Se tiene una bomba de fumigar que se adquiere el 06 de septiembre.20 a un costo de \$ 150, con un valor de salvamento del 10% del costo del bien, su vida útil es de 5 años a ser utilizada en el cultivo de maíz

Donde:

CO = 150

VS = 15

N = 5 años

CP = ciclo productivo del cultivo de maíz es de 120 días – 4 meses - 1 cuatrimestre

$$D = \frac{CO - VS}{N} = \frac{150 - 15}{5} = 27 \text{ anual}$$

- $27 \div 360 \text{ días} * 120 = 9$ es el valor de la depreciación del bien en el cultivo de maíz
- $27 \div 12 * 4 = 9$ es el valor de la depreciación del bien en el cultivo de maíz
- $27 \div 3 = 9$ es el valor de la depreciación del bien en el cultivo de maíz

Tabla 1.8 Registro de la depreciación de los bienes del área de producción agrícola

Nº	Activos Fijos	Fecha Ada	Vida Útil	Costo	Cantidad	Total	Depreciación Anual	Depreciación Proceso Productivo
1	Maquinarias							
	Tractor							
	Sembradora							
	Cosechadora							
2	Equipos							
	Riego							
	Bomba de fumigar	06.09.20	5	150	1	150	27	9
	Aguilón							
3	Herramientas							
	Machetes							
	Rastrillos							
	Pala							
	Otros							
TOTAL DEPRECIACION BIENES DEL AREA PRODUCCION								

En los cultivos anuales como el banano, plátano, piña, etc. se emplean otros bienes para el proceso de producción, empaque y comercialización del producto, descrito en la Tabla 1.9.

Tabla 1.9. Registro de la depreciación de los bienes del área de producción para el cultivo de banano – plátano

Nº	Activos Fijos	Fecha Adquisición	Vida Útil	Costo	Cantidad	Total	Depreciación Anual	Depreciación Proceso Productivo
1	Canales de drenaje							
2	Funicular							
3	Empacadora							
4	Planta eléctrica							
5	Romanas							
6	Maquinarias							
	Tractor							
7	Equipos							
	Equipo de riego							
	Bombas de mochila							

Capítulo I. La economía en la empresa agrícola

	Bomba de agua							
	Aguilón							
8	Herramientas							
	Machete							
	Rastrillo							
	Pala							
	Engrapadora							
	Romanas							
	Bandejas							
	Cunas							
	Radios							
	Curvos							
	Calibradores							
Palancas								
9	Otros							
TOTAL DEPRECIACION BIENES DEL AREA PRODUCCION								

En la Tabla 1.10 se observa el registro de los bienes del área administrativa empleados en la actividad de la empresa agrícola.

Tabla 1.10. Depreciación de los bienes del área administrativa de la empresa agrícola

Nº	Bienes	Fecha Adquisición	Vida Útil	Costo	Cantidad	Total	Depreciación Anual	Depreciación Proceso Productivo
1	Edificaciones e instalaciones							
	Casa campo							
	Oficinas							
	Galpones							
	Bodega							
2	Muebles y Enseres							
	Escritorio							
	Sillas							
	Muebles							
	Anaqueles							
	Otros							
3	Equipo computación							
	Computadora							
	Impresora							
	Cámaras							
4	Equipos de oficina							
	Acondicionador/aire							
	Dispensador de agua							
	Grapadora							
	Perforadora							
TOTAL DEPRECIACION BIENES DEL AREA ADMINISTRATIVO								

1.9.3.3 Gastos financieros.

Son todos aquellos en los que incurre una empresa como consecuencia del uso de capitales puestos a su disposición por terceras personas, se producen como costes por la financiación ajena o por el cobro de servicios de entidades financieras. Comisiones bancarias: mantenimiento, transferencias, tarjetas de crédito, cancelación de un préstamo e intereses.

En el caso de préstamo bancario es importante identificar, el monto, la tasa de interés del crédito, los periodos de gracia, la forma de pago y el tiempo para cancelar el crédito.

Donde:

K = capital

i = tasa de interés

p = periodo de gracias

f = forma de pago

n = años del crédito

Ejercicio 9:

Se tienen un crédito por un monto de \$ 75000 dólares a una tasa de interés del 9%, con 3 periodos de gracias, pagos anuales y a diez años plazo,

$K = 75000,00$

$i = 9\%$

$p = 3$ años

$f =$ anual

$n = 10$ años

Tabla 1.11 Registro de amortización de crédito

<i>AÑOS</i>	<i>CAPITAL</i>	<i>INTERES</i>	<i>DIVIDENDO</i>	<i>SALDO</i>
0		0,00	0,00	75.000,00
1		0,00	0,00	75.000,00
2		0,00	0,00	75.000,00
3		0,00	0,00	75.000,00
4	10.714,29	6.750,00	17464,29	64.285,71
5	10.714,29	5.785,71	16500,00	53.571,42
6	10.714,29	4.821,43	15535,72	42.857,13
7	10.714,29	3.857,14	14571,43	32.142,84
8	10.714,28	2.892,86	13607,15	21.428,56
9	10.714,28	1.928,57	12642,86	10.714,28
10	10.714,28	964,28	11678,57	0,0

En la **Tabla 1.11** se registra la amortización de un crédito por un valor de \$ 75000,00 a diez años, con una tasa de interés del 9% y los tres primeros periodos de gracia; Donde, el valor del capital se divide para siete (\$10.714,29), porque los periodos de gracia, al valor del crédito (\$ 75.000,00) se calcula el interés (9%) que da un valor del \$ 6. 750,00 y corresponde al primer año; el valor del crédito menos la cuota del año es el saldo al finalizar el año 1 y así sucesivamente y por último, la cuota del crédito más el interés genera el dividendo que se tiene que pagar anualmente por el crédito otorgado por la entidad financiera respectiva.

1.9.3.4 Otros gastos.

En la **Tabla 1.12**, se observa el registro de los gastos que se realizan en la actividad administrativa de la empresa agrícola como son: los servicios básicos (consumo de agua, luz, teléfono), el combustible requerido para el manejo de vehículos, el mantenimiento de los bienes de administración y producción, los gastos varios o generales (copias, refrigerios, etc.), el material fungible requerido para la actividad de la empresa (papel, lápiz, tinta, etc.), impuestos prediales, alimentación, movilización entre otros.

Tabla 1.12 Otros gastos en la empresa agrícola

Nº	GASTOS OPERACIONALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	GASTOS MENSUAL	TOTAL /PROCESO PRODUCTIVO
1	Consumo de luz					
2	Consumo de agua					
3	Consumo de teléfono					
4	Combustible					
5	Mantenimiento bienes adm. 1% anual)					
6	Mantenimiento bienes producción (3% anual)					
7	Gastos varios					
8	Útiles de oficina					
9	Impuestos prediales rurales					
10	Gastos cafetería					
11	Alimentación					
12	Transporte					
13	Otros					
TOTAL GASTOS DE OPERACIÓN						

1.9.4 Los costos variables

Son aquellos que están directamente relacionados con los volúmenes de producción, aumentan en la medida en que aumenta la producción, es decir, son los que varían en forma proporcional de acuerdo al nivel de producción o actividad de la empresa. En agricultura podemos citar a la preparación del terreno, siembra, resiembra, insecticidas, herbicidas, fungicidas, fertilizantes, combustibles, cosecha, mano de obra requerida para estas actividades entre los costos variables. Insumos que varían dependiendo del cultivo y las prácticas agrícolas implementadas en el proceso de producción.

CV = COSTOS VARIABLES



 *Preparación del terreno*

 *Siembra*

 *Resiembra*

 *Insecticidas*

 *Herbicidas*

 *Fungicidas*

 *Fertilizantes*

 *Combustible*

 *Cosecha*

 *Transporte/ cosecha*

 *Mano de obra para cada una de las actividades*

En la tabla 1.13 se observan los costos variables de los cultivos anuales, relacionados al análisis de suelo para determinar requerimientos de nutrientes, preparación del terreno, siembra, fertilización, el control de: malezas, plagas, enfermedades; cosecha y postcosecha considerando los insumos y la mano de obra empleada en cada una de las actividades.

La tabla consta de la actividad, el rubro, la unidad, cantidad, precio unitario y el total.

Actividad. Se detalla los elementos que integran los costos variables.

Rubro. Es el elemento que está integrando la actividad: suelo, tractor, producto, etc.

Unidad. Es la unidad en medida en la que se obtiene el rubro.

Cantidad. Es la cantidad utilizada dentro de los costos variables

Precio unitario. El precio del producto a utilizar

Total. Resulta de multiplicar la cantidad por el precio unitario

Tabla 1.13. Formato de registro de los costos variables para cultivos anuales

<i>ACTIVIDAD</i>	<i>RUBRO</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNITARIO</i>	<i>TOTAL</i>
<i>COSTOS VARIABLES</i>					
<i>1. ANALISIS DE SUELO</i>	<i>Suelo</i>	<i>Muestra</i>			
<i>2. PREPARACIÓN SUELO</i>					
<i>Arada</i>	<i>Tractor</i>	<i>Pase</i>			
<i>3. SIEMBRA</i>					
<i>Semilla</i>	<i>Producto</i>	<i>Funda</i>			
<i>Tratamiento de semilla</i>	<i>Producto</i>	<i>Kg</i>			
<i>Sembrada</i>	<i>Maquina</i>	<i>Ha</i>			
<i>Resiembra</i>	<i>Maquina / jornal</i>				
<i>4. FERTILIZACION</i>					
<i>Siembra</i>	<i>Producto</i>	<i>kg</i>			
<i>Desarrollo de la planta</i>	<i>foliar, edáfico</i>	<i>Lts, Kg</i>			
<i>Mano de obra</i>	<i>Trabajadores</i>	<i>Jornal</i>			
<i>5. CONTROL / MALEZAS</i>					
<i>Pre – emergente</i>	<i>Producto</i>	<i>Lts, Kg</i>			
<i>Post – emergente</i>	<i>Producto</i>	<i>Lts, Kg</i>			
<i>Mano de obra</i>	<i>Trabajadores</i>	<i>Jornal</i>			
<i>6. CONTROL/ PLAGAS</i>					
<i>Primera aplicación</i>	<i>Insumo</i>	<i>Lts, Kg</i>			
<i>Segunda aplicación</i>	<i>Insumo</i>	<i>Lts, kg</i>			
<i>Mano de obra</i>	<i>Trabajadores</i>	<i>Jornal</i>			
<i>7. CONTROL ENFERMEDADES</i>					
<i>Control</i>	<i>Insumo</i>	<i>Lts.,Kg</i>			
<i>Mano de obra</i>	<i>Trabajadores</i>	<i>Jornal</i>			
<i>8. COSECHA Y POSTCOSECHA</i>					
<i>Cosecha</i>	<i>Manual/mecánica</i>	<i>Quintal</i>			
<i>Transporte</i>	<i>Vehículo</i>	<i>Quintal</i>			
<i>TOTAL COSTOS VARIABLES</i>					

En los cultivos permanentes además del registro de los insumos y mano de obra utilizada en cada actividad señaladas en los cultivos anuales dentro de los costos variables, existen otras actividades que se tienen que considerar; en cultivos como el banano y plátano en la preparación del terreno: la abalizada y huequeada, el deshoje, deschantada, el apuntalamiento, encintado, enfunde, procesamiento y transporte de la fruta, como se observa en la Tabla 1.14.

Tabla 1.14. Formato de registro de los costos variables para cultivos permanentes

ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
<i>COSTOS VARIABLES</i>				
1. Preparación de suelo				
Abalizada	Ha			
Huequeada	Jornal			
2. Siembra				
Semilla	Colinos			
Mano de obra	Jornal			
3. Control de malezas				
Manual	Jornal			
Químico (productos)	Litros			
Mano de obra	Jornal			
4. Selector				
Mano de obra	Jornal			
5. Deshoje				
Mano de obra	Jornal			
6. Deschantador				
Mano de obra	Jornal			
7. Destalle				
Mano de obra	Jornal			
8. Enfunde				
Fundas	Unidad			
Cintas	Metros			

Capítulo I. La economía en la empresa agrícola

Mano de obra	Jornal			
9. Apuntalado				
Zuncho o cintas plástica	Metro			
Mano de obra	Jornal			
10. Control de plagas				
<ul style="list-style-type: none"> • Químico • Biológico 	Tanque, jornal			
Mano de obra	Jornal			
11. Control nematodos				
<ul style="list-style-type: none"> • Microorganismos beneficios • Químicos 	Litro, Tanque			
Mano de obra	Tanque, jornal			
12. Fertilización				
<ul style="list-style-type: none"> • Químico • Biológico 	Tanque, jornal			
Mano de obra	Jornal, tanque			
13. Control de enfermedades				
<ul style="list-style-type: none"> • Químico • Biológico 	Tanque, jornal			
Mano de obra	Jornal, tanque			
14. Cosecha				
Mano de obra	Jornal			
Transporte	Racimo			
15. Procesamiento y transporte de la fruta				
Frutas procesada	Cajas			
Transporte	Cajas/Racimos			

TOTAL DE COSTOS VARIABLES	
---------------------------	--

1.9.5 Los costos totales y el costo unitario

CT = COSTOS TOTALES

CT = CV + CF

Los costos totales es el resultado de la suma de los costos variables más los costos fijos originados dentro del proceso de producción.

La suma de los costos variables más los costos fijos dan como resultado los costos totales de los cultivos anuales, que se observan en la tabla 1.15.

Tabla 1.15. Formato de registro de los costos totales para cultivos anuales

ACTIVIDAD	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
A. COSTOS VARIABLES					
Análisis de suelo	Suelo	Muestra			
Preparación suelo					
<i>Arada</i>	Tractor	Pase			
Siembra					
<i>Semilla</i>	Producto	Funda			
<i>Tratamiento de semilla</i>	Producto	Kg			
<i>Sembrada</i>	Maquina	Ha			
<i>Resiembra</i>	Maquina / jornal				
Fertilización					
<i>Siembra</i>	Producto	kg			
<i>Desarrollo de la planta</i>	foliar, edáfico	Litros, Kg			
<i>Mano de obra</i>	Trabajadores	Jornal/Ha			
Control de malezas					
<i>Pre – emergente</i>	Producto	Litros, Kg			
<i>Post – emergente</i>	Producto	Litros, Kg			

Capítulo I. La economía en la empresa agrícola

<i>Mano de obra</i>	Trabajadores	Jornal/Ha			
Control de plagas					
<i>Primera aplicación</i>	Insumo	Litros, Kg			
<i>Segunda aplicación</i>	Insumo	Litros, kg			
<i>Mano de obra</i>	Trabajadores	Jornal/Ha			
Control enfermedades					
<i>Control</i>	<i>Insumo</i>	<i>Litros, Kg</i>			
<i>Mano de obra</i>	<i>Trabajadores</i>	<i>Jornal/Ha</i>			
Cosecha y postcosecha					
<i>Cosecha</i>	<i>Manual/mecánica</i>	<i>Quintal</i>			
<i>Transporte</i>	<i>Vehículo</i>	<i>Quintal</i>			
TOTAL COSTOS VARIABLES					
B. COSTOS FIJOS					
<i>Total remuneración del personal permanente.</i>					
<i>Total remuneración de beneficios sociales</i>					
<i>Total depreciación bienes administrativo.</i>					
<i>Total depreciación bienes de producción.</i>					
<i>Gastos financieros</i>					
<i>Otros gastos</i>					
B. TOTAL COSTOS FIJOS					
C. COSTOS TOTALES = CV + CF					
= TOTAL A + TOTAL B					

Mientras que en la tabla 1.16 se observa el registro de los costos totales de los cultivos permanentes

Tabla 1.16. Formato de registro de los costos totales para cultivos perennes

ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
COSTOS VARIABLES				
Preparación de suelo				
<i>Abalizada</i>	<i>Ha</i>			
<i>Huequeada</i>	<i>Jornal</i>			
Siembra				
<i>Semilla</i>	<i>Colinos</i>			
<i>Mano de obra</i>	<i>Jornal</i>			
Control de malezas				
<i>Manual</i>	<i>Jornal</i>			
<i>Químico (productos)</i>	<i>Litros</i>			
<i>Mano de obra</i>	<i>Jornal</i>			
Selector				
<i>Mano de obra</i>	<i>Jornal</i>			

Capítulo I. La economía en la empresa agrícola

Deshoje				
Mano de obra	Jornal			
Deschantador				
Mano de obra	Jornal			
Destalle				
Mano de obra	Jornal			
Enfunde				
Fundas	Unidad			
Cintas	Metros			
Mano de obra	Jornal			
Apuntalado				
Zuncho o cintas plástica	Metro			
Mano de obra	Jornal			
Control de plagas				
<ul style="list-style-type: none"> • Químico • Biológico 	Tanque, jornal			
Mano de obra	Jornal			
Control nematodos				
<ul style="list-style-type: none"> • Microorganismos beneficios • Químicos 	Litro, Tanque			
Mano de obra	Jornal, tanque			
Fertilización				
<ul style="list-style-type: none"> • Químico • Biológico 	Jornal, tanque			
Mano de obra	Jornal, tanque			
Control de enfermedades				
<ul style="list-style-type: none"> • Químico • Biológico 	Tanque, jornal			
Mano de obra	Jornal, tanque			
Cosecha				
Mano de obra	Jornal			
Transporte	Racimo			
Procesamiento de la fruta y transporte				
Frutas procesada	Cajas			
Transporte	Cajas/Racimos			
TOTAL COSTOS VARIABLES				
B. COSTOS FIJOS				
Total remuneración del personal permanente.				
Total remuneración de beneficios sociales				
Total depreciación bienes administrativo.				
Total depreciación bienes de producción.				
Gastos financieros				
Otros gastos				
TOTAL DE COSTOS FIJOS				
C. COSTOS TOTALES = CV + CF				
= TOTAL A + TOTAL B				

El costo unitario tiene suma importancia permite realizar el análisis o comparaciones para fijar el precio de venta, para comparar el costo anual con el de períodos anteriores, comparar el rendimiento con otras empresas que tienen el mismo tipo de explotación.

Se obtiene de dividir el costo total para las unidades producidas.

CU = COSTO UNITARIO

$$CU = \frac{\text{COSTOS TOTALES}}{\text{TOTAL UNIDADES PRODUCIDAS}}$$

Ejercicio 10.

Se tiene un terreno de 5 hectáreas dedicadas a la producción de maíz, el costo incurrido por hectáreas es de \$1275 dólares y se obtiene una producción de 118 quintales por hectárea; determinar el costo unitario de cada quintal de maíz.

Terreno: 5 hectáreas/ maíz

Producción: 118 quintales/hectárea

Costo/hectárea: 1275 dólares

Costo/hectárea: 1275 dólares x 5 hectáreas = \$ 6375,00

Producción: 118 quintales x 5 hectáreas = 590 quintales

$$CU = \frac{\text{COSTOS TOTALES}}{\text{TOTAL UNIDADES PRODUCIDAS}}$$

$$CU = \frac{6375,00 \text{ costos totales}}{590 \text{ unidades producidas}}$$

590, 00 quintales

$$CU = 10,81 \text{ cada/ quintal}$$

1.10 Análisis costo – beneficio

Es la capacidad de una empresa para determinar la utilidad económica y poder tomar medidas de eficiencia sobre las actividades desarrolladas en los procesos productivo de cada cultivo, para ello se requiere determinar las ventas, los ingresos, los costos y el beneficio económico.

Las ventas son las actividades necesarias para proveer a un cliente de un producto o servicio a cambio de dinero, para determinar las ventas en la actividad agrícola se considera el total de la producción restándole el desperdicio que se da en la cosecha. En la **Tabla 1.17** se registra la producción total obtenida del cultivo; el mismo que consta del detalle del producto, la unidad de producción utilizada en el cultivo, la producción por hectárea, el desperdicio o rechazo d la producción, el total producción real por hectárea, el número de hectáreas, y el total de la producción obtenida en el ciclo productivo.

Tabla 1.17. Formato de registro del total de la producción

<i>Producto</i>	<i>Unidad</i>	<i>Producción</i>	<i>Desperdicio</i>	<i>Total/</i>	<i>Numero/</i>	<i>TOTAL</i>
		<i>/Hectárea</i>		<i>Hectárea</i>	<i>Hectáreas</i>	<i>PRODUCCION</i>

Una vez determinado el total de la producción corresponde establecer el precio de venta público (PVP) de cada unidad producida según la unidad de medida utilizada para la venta

del producto (Kilos. quintal, unidad, tonelada); que resulta de dividir los costos totales para el total de la producción más el incremento que origina la ganancia del cultivo.

$$**PVP = COSTO PRODUCCION/TOTAL PRODUCCION + \% GANANCIA**$$

Establecido el precio de venta al público de cada unidad producida se multiplica por el total de la producción y se obtiene el total de ingresos de la producción.

$$**PVP \times TOTAL PRODUCCION = TOTAL INGRESOS**$$

En la agricultura, este ingreso está muy influenciado por los cambios de precios que suelen tener los precios de los productos entre el momento de siembra y cosecha.

A los ingresos se le resta los costos de producción., si los ingresos son superiores a los costos se obtendrá una ganancia; si los ingresos son inferior a los costos se registrara una perdida en el proceso de producción.

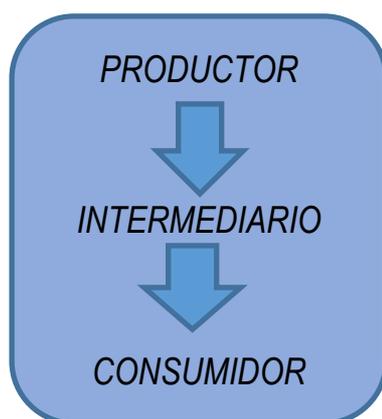
$$**INGRESOS - COSTO PRODUCCION = GANANCIA 0 PERDIDA DEL CICLO PRODUCTIVO**$$

1.11 Comercialización de los productos agrícolas

La comercialización agrícola consiste en la cadena que toma un producto para pasar del productor a los consumidores finales, aunque se detiene en varios puntos de esa trayectoria; en cada intermediario o punto en el que se detenga existe un pago o transacción. Involucra una serie de elementos interconectadas que se inicia en la planificación de la producción, el manejo agronómico, la cosecha, embalaje, transporte,

almacenamiento, procesamiento productos agrícolas y de alimentos, a la distribución, venta y consumidor final, existiendo un intercambio de información.

En la comercialización agrícola cada producto tiene su propia cadena de comercialización que se inicia en el productor, posteriormente pasa al intermediario hasta que llega al consumidor final.



1.11.1 Agentes de comercialización de los productos agrícolas

Aunque existe una diversidad de agentes que conforman los eslabones en las cadenas de comercialización de los productos agrícolas, una clasificación general puede corresponder a la siguiente:

- ➡ **Productor:** Es el primer participante en el proceso, y su actuación se inicia con la toma de decisión acerca de su producción (qué, cuándo, cuánto y para quién producir).
- ➡ **Acopiador rural:** Se conoce también como camionero o intermediario sus funciones es reunir la producción rural dispersa e iniciar la concentración de la oferta. Por lo general, el productor está sujeto a las reglas que le imponga el acopiador en términos de precio, cantidades de producción, presentación del producto, forma de pago y otras condiciones de negociación.
- ➡ **Mayorista:** Tiene la función de concentrar la producción y clasificarla, que permitan la formación del precio y faciliten las operaciones masivas de distribución. El mayor aporte que realiza al proceso de mercadeo es dar al producto la ubicación requerida.

- ➡ **Detallistas:** Son intermediarios que tienen por función básica el fraccionamiento o división del producto y su suministro al consumidor. Incluyen los grandes minoristas (supermercados) y tiendas en general.
- ➡ **Empresas transformadoras:** Estos agentes utilizan como materias primas los productos agrícolas y cumplen funciones relacionadas con el procesamiento (transformación) y preparación para el consumo. En esta categoría se incluyen las plantas de procesadoras y molinos, entre otras.
- ➡ **Exportadores e importadores:** Son los agentes (empresas) que se especializan en el comercio exterior de los productos agrícolas, con mayor o menor grado de procesamiento.
- ➡ **Entidades gubernamentales:** Corresponden a los organismos estatales encargados de dos funciones principales: hacer seguimiento a los sistemas de precios y garantizar la seguridad alimentaria (abastecimiento) para la población.
- ➡ **Asociaciones de productores y de consumidores:** Comprende las diversas agremiaciones de productores con fines de intervención en la producción y el mercadeo, así como las cooperativas de consumidores creadas con el propósito de reemplazar intermediarios y adquirir los productos a precios más accesibles.
- ➡ **Comisionista:** Cumple algunas funciones para los demás participantes y actúa en todos los niveles del proceso de distribución. Estos agentes perciben una comisión fija o porcentual según su gestión.
- ➡ **Consumidor:** Es el último eslabón en los canales de comercialización. Puede corresponder a consumidores finales (población) o intermedios (industria transformadora).

1.11.2 Canales de comercialización de los productos agrícolas

Un canal de comercialización es la forma en la que participan en la transferencia de un bien o un servicio a medida que este se desplaza del productor al consumidor o industrial. Los canales de comercialización más utilizados por los pequeños productores:

- La venta directa en la finca o parcela.
- La venta a plantas de acopio y agroindustrias.
- La venta en mercados mayoristas, minoristas.
- La venta en ferias del agricultor (consumidor final).

En la figura 1.27 se ilustra uno de los canales empleados en la comercialización del cacao se inicia con el productor, pasa al intermediario, fabricante y al consumidor final

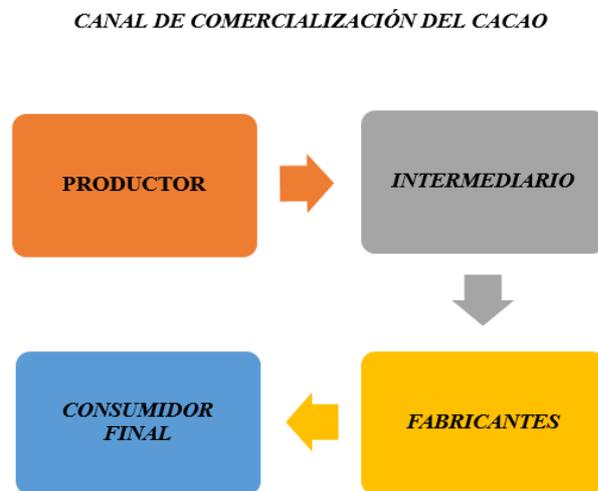


Figura 1.26. Canal de comercialización del cacao

En este canal intervienen productores, intermediarios y consumidores; agentes que cumplen un doble objetivo: obtener un beneficio personal y agregar valor a la producción.

Por ejemplo, el propósito de un acopiador rural (camionero) es obtener una ganancia económica, al trasladar el producto hacia los centros de consumo (agregar la utilidad de lugar).

Como punto de partida para comprender la organización de los agentes de mercadeo que dan lugar a la estructura del canal, se debe llegar a diferenciar los dos sistemas de para los productos agrícolas: el tradicional y el moderno.

El sistema tradicional gira en torno al intermediario mayorista; en este sistema la función más relevante es la formación de precios, con repercusiones en los niveles hacia el productor y hacia el consumidor.

El sistema moderno o descentralizado de mercadeo, se caracteriza porque desplaza el centro de poder hacia la relación productor - detallista, donde este último busca una conexión directa para el abastecimiento con el productor u organizaciones de productores, y sólo por excepción (faltantes de producto) acude al canal mayorista.

1.12 Evaluación técnico-económica del riego complementario

Los estudios realizados por varios autores han mostrado que el sistema alimentario en el Ecuador está en crisis a causa de factores climáticos, productivos, sociales y políticos. Actualmente, los agricultores pierden recurrentemente sus cosechas aludiendo el efecto de eventos climáticos extremos producto del cambio climático. En este sentido el Ministerio del ambiente y agua. MAE (2012) menciona que la producción agrícola es muy vulnerable a los efectos del cambio climático, relacionados a una disminución en la disponibilidad de agua, alteración de las lluvias y evapotranspiración, cambios en la temperatura del aire y suelo, lo que estaría ocasionando un incremento de plagas, enfermedades, pérdidas: de tierras cultivables, diversidad genética, cosechas; reducción de la productividad de los cultivos afectando la producción de alimentos para consumo nacional y exportación.

El riego es importante en la agricultura porque aporta agua a los cultivos satisfaciendo las necesidades hídricas e incrementando la producción agrícola al transformar zonas de agricultura de secano en zonas de regadío.

La tecnología de riego conjuntamente a prácticas de manejo de cultivos adecuadas y ajustadas, estabilizar rendimientos agrícolas intertemporales en niveles altos (en comparación a la producción en secano), reduciendo el riesgo de la actividad agrícola

La tecnología del riego ha avanzado significativamente en los últimos años existiendo diferentes tipos de riego: goteo, aspersión, micro aspersión, hidropónico, automático,

nebulización, fertirrigación, dependiendo del sistema de riego a implementar sus costos varían.

En el riego por goteo que consiste en colocar tuberías donde se insertan unos goteros a través de los cuales el agua fluye gota a gota junto a los tallos de las plantas, la cantidad de materiales empleados en una instalación es mayor a los empleados en las instalaciones de riego por inundación.

Además, existen otros factores que influyen en el precio de la instalación de riego en un cultivo. Así el precio del riego dependerá de los siguientes factores:

- El tipo de sistema de riego que se decida instalar.
- La orografía del terreno es determinante en el costo del sistema de riego, si la finca posee una forma irregular incrementa el uso de codos y conducciones que necesitaría para regar toda la superficie; en relación una finca con forma cuadrada. Por otro lado, en ocasiones es necesario excavar o nivelarlo para poder llevar a cabo el trabajo, y esto puede incrementar el coste.
- Los materiales empleados entre ellos se tiene: el cabezal de riego y la red riego. En el cabezal de riego se reflejan los equipos y materiales empleados en la instalación como son: la bomba de riego, los programadores, filtros, abonadoras o los tanques de nutrientes, electroválvulas, los diferentes automatismos necesarios, tuberías y accesorios que se requieren en el cabezal. En la red de riego se encuentran los materiales necesarios para la aplicación de agua en la parcela, como son: las tuberías de riego y los accesorios necesarios, las tuberías porta emisores, los emisores de riego, las electroválvulas de los diferentes sectores.
- El coste de la mano de obra necesaria para la instalación.
- Dependiendo de la especie que se cultive se realizará un marco de plantación concreto, por lo que la cantidad de emisores necesarios dependerá de este marco de plantación.
- Según las necesidades del agricultor se incorporara los sistemas automáticos pertinentes, como los programadores de riego, los sistemas de inyección de fertilizantes, etc.

- El consumo de agua del riego por aspersión a sistemas de goteo han reducido su consumo de agua del 30 al 60 por ciento

Los rendimientos más altos obtenidos en la agricultura son producto de la aplicación de riego, sin embargo, la agricultura de riego no se extiende. Uno de los motivos es el costo, la irrigación se ha considerado «una de las actividades más subsidiadas del mundo», y algunos estudios ponen en duda el beneficio económico de la inversión en grandes sistemas de riego.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE DEL CAPITULO 1



Defina que es la gestión administrativa



Que se requiere para lograr la formalidad empresarial en la actividad agrícola



Establezca cinco fortalezas de la empresa agrícola



Cuáles son las funciones del administrador de la empresa agrícola



Que entiende por economía agrícola



Realizar un mapa conceptual sobre las funciones de la gestión administrativa.



Identificar el ciclo vegetativo de cinco cultivos anuales.



Elaborar un gráfico de grannt de las actividades a realizar en el proceso de producción del cultivo de tomate



Elaborar un mapa mental sobre los factores de producción.



Determinar la depreciación por ambos métodos de un equipo de riego, su costo es de \$5400 dólares.



Enlistar la remuneración que deberá cancelar una empresa dedicada a la producción de palma y dispone de una secretaria de manera permanente



Establecer la remuneración del personal de una empresa agrícola dedicada a la producción de 25 hectáreas de maíz.



Elaborar un gráfico sobre la clasificación de los costos



Enlistar los bienes que intervienen en un proceso de producción para un cultivo de cacao



Defina 5 herramientas utilizadas en la producción de maíz



Determinar los costos fijos que intervienen en un proceso productivo de 5 hectáreas dedicadas al cultivo de tomate.



Cuáles son los costos variables que interviene en la producción de pepino



Determinar los costos variables de un cultivo de 3 hectáreas de cacao.



Como se determina la relación beneficio costo en la producción de 10 hectáreas de maní



Realizar un esquema sobre los canales de comercialización del cultivo de plátano.

Bibliografía

-  Aguilar, A. (1985). Administración agropecuaria. Mexico: Limusa
-  Antoja Rojas, S. (2010). Administración de pequeñas empresas (Tercera ed.). México: McGraw-Hill Interamericana editores S.A.
-  Anzola, S. (2004). Administración pequeñas empresas. México: editorial McGraw-Hill
-  Atajona. T. (2009). Libro practico de contabilidad de costos. Editorial Universitaria de Investigación y Desarrollo – UDI. Bucaramanga. Colombia.
-  Banco Central del Ecuador. (2019). La agricultura en el Ecuador
-  Chiavenato, I. (2004). Introducción a la teoría general de la administración. Séptima edición. McGraw-Hill/Ínter American A Editores, S.A. México.
-  Chiavenato Idalberto (2001). Administración. Teoría, proceso y práctica, tercera edición. México. Editorial McGraw-Hill
-  Chiavenato, I. (2006). Teoría general de la administración (Séptima ed.). México: McGraw-Hill interamericana.
-  Chiavenato, I., Arras, A., Gómez, L., Balkin, D., Bateman, T., Scott, A., . . . Aguilar, A. (2005). Administración aplicada a empresas agropecuarias. México: Mc Graw Hill
-  Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), (2017). Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2017-2018 / CEPAL, FAO, IICA. – San José, C.R.: IICA, 2017.
-  Del Rosario, W., Sempertegui, L., Nowak, A., (2019): "*Diseño organizacional para una empresa automotriz AS*", *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, (abril 2019).
-  Diez. I., Martin, G., Montoro, A. (2012). Fundamentos de administración de empresas. Editorial. Biblioteca Civitas Economía y Empresa

-  Gavelan, J. (1998) Bases para implementar los costos agrícolas. Editorial. Quipukamayoc. Enlace del documento. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quipu/article/view/5977>
-  Guerra, G. 1998. Manual de administración de empresas agropecuarias. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)
-  Jones. G., George, J. (2010). Administración contemporánea. Sexta edición. McGraw-Hill/Ínter American A Editores, S.A. México.
-  Núñez, R., y Espitia, M. (2013). Manual para desarrollar capacidades institucionales en la gestión del riesgo agroempresarial. San José. Costa Rica: IICA.
-  Real Academia Española. 2020. Diccionario de la Lengua Española. Real academia española (2020) <https://dle.rae.es/contenido/actualizaci%C3%B3n-2020>
-  Robbins, S., Coulter, M. (2010). *Administración*. Décima edición. México. Editorial Prentice Hall.
-  Sánchez. J. (2017). *Fundamentos de Administración*. Chile Editorial Copygraph.
-  Stephen R., Coulter, M. (2010). Administración. Décima edición. Editorial Prentice Hall. México
-  Thompson, A. Gamble. A. (2012). Administración estratégica. Editorial. McGraw-Hill/ INTERAMERICANA. México.
-  Zúñiga. C. (2011). Texto básico de economía agrícola. Su importancia para el Desarrollo Local Sostenible. Editorial Universitaria, UNAN- Nicaragua

CAPITULO II

EL RIEGO EN LA AGRICULTURA

2. EL RIEGO EN LA AGRICULTURA

El capítulo tiene como propósito, brindar información al lector y generar una actitud crítica y reflexiva de la importancia del estudio de los factores suelo-agua- planta – clima sus relaciones como elementos fundamentales en los sistemas de riego y la programación de riego para los cultivos.

Los temas que se abordan en este capítulo están relacionados a la interacción existente entre los factores suelo-agua- planta - clima y elementos indispensables a ser estudiados en la implementación del riego en la agricultura y la programación del riego para los cultivos.

El estudio de estos factores es importante porque permite conocer el movimiento y penetración del agua a través del suelo, la capacidad de retención de humedad, la absorción del agua través del sistema radicular de la planta, la cantidad de agua requerida por la planta para su normal desarrollo, la filtración de agua en el suelo, la evaporación, transpiración, escorrentía y la evapotranspiración, lo que va a permitir determinar un régimen y programación de riego adecuado para cada cultivo.

Además, el conocimiento de estas relaciones ofrece al técnico dedicado a la práctica del riego, la posibilidad de planificar un sistema de riego eficiente, porque conoce la relación existente entre el suelo, planta, agua y clima.

Los contenidos analizados en este capítulo contienen ejercicio prácticos que permiten reforzar los contenidos revisados en el acápite; se detalla la bibliografía consultada. La figura 2.1 ilustra los contenidos abordados en este capítulo.

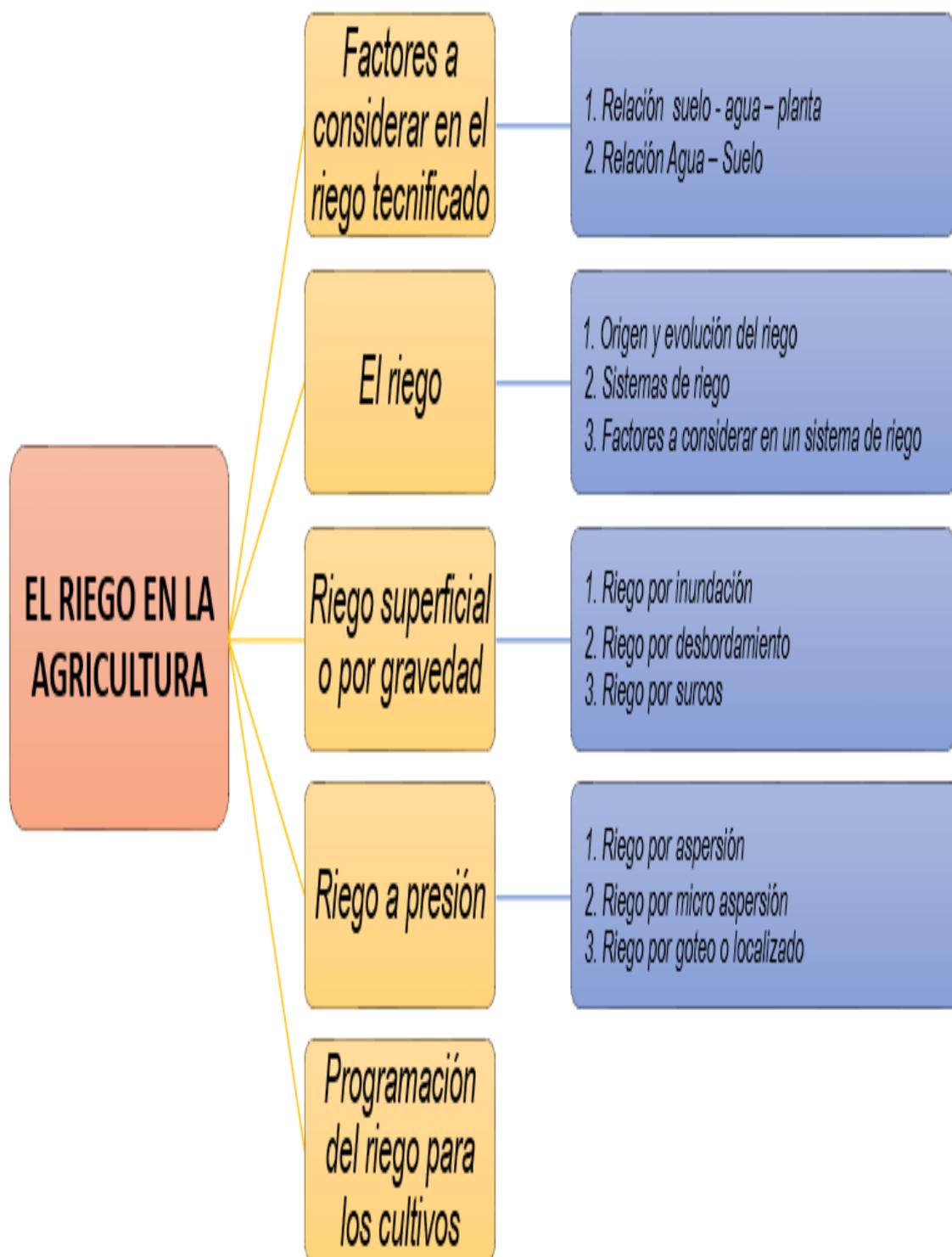


Figura 2.1. El riego en la agricultura

2.1 Factores a considerar en el riego tecnificado

La implementación del riego tecnificado en los cultivos requiere el conocimiento de la relación existente entre: clima - suelo – agua – planta con el riego para poder tomar la decisión más acertada sobre el tipo y cantidad de riego aplicar.

El *clima* se define como las condiciones meteorológicas medias que caracterizan a un lugar determinado. La información climatológica permitirá al técnico de riego elaborar la programación del riego y decidir qué cultivo sembrar.

Otros de los factores es el suelo como recurso natural apto para todo tipo de cultivos. Debe conocer si contará con agua y la cantidad disponible, de donde la obtendrá (ríos, lagos, represas, esteros, pozos, etc.), según la fuente: saber cuáles son sus derechos y obligaciones. La calidad del agua también es necesario conocerla para evitar perjuicios al cultivo.

Los cultivos, constituyen otro factor importante, los anteriores factores tributan a éste para mejorar los rendimientos, en cantidad, como en calidad. Es necesario conocer la profundidad radical del cultivo y las épocas de mayor demanda. Siendo necesario el estudio de la relación suelo - agua – planta, relación agua – suelo.

2.1.1 Relación suelo - agua – planta

El agua es el principal constituyente de las plantas e indispensable para procesos vitales como: la fotosíntesis, transporte de nutrientes y sustancias hormonales, etc. Dado que la planta se encuentra anclada en el suelo y circundada por la atmósfera, es necesario comprender las relaciones entre el suelo, las plantas y la atmósfera como un sistema, donde el componente que participa en la interacción es principalmente el agua.

Un suelo es un almacén de agua, la cantidad de agua almacenada cambia con el tiempo debido a que las demandas varían mucho dependiendo de las condiciones climáticas, el estado de desarrollo del cultivo y de las prácticas de riego.

Sin embargo, es necesario conocer las características del suelo; si tiene suficientes nutrientes y materia orgánica; capacidad de infiltración, topografía, capacidad de almacenamiento de agua, relacionándolo con las propiedades físicas: textura, estructura, consistencia, densidad, porosidad, color, como se observa en la Figura 2.2.

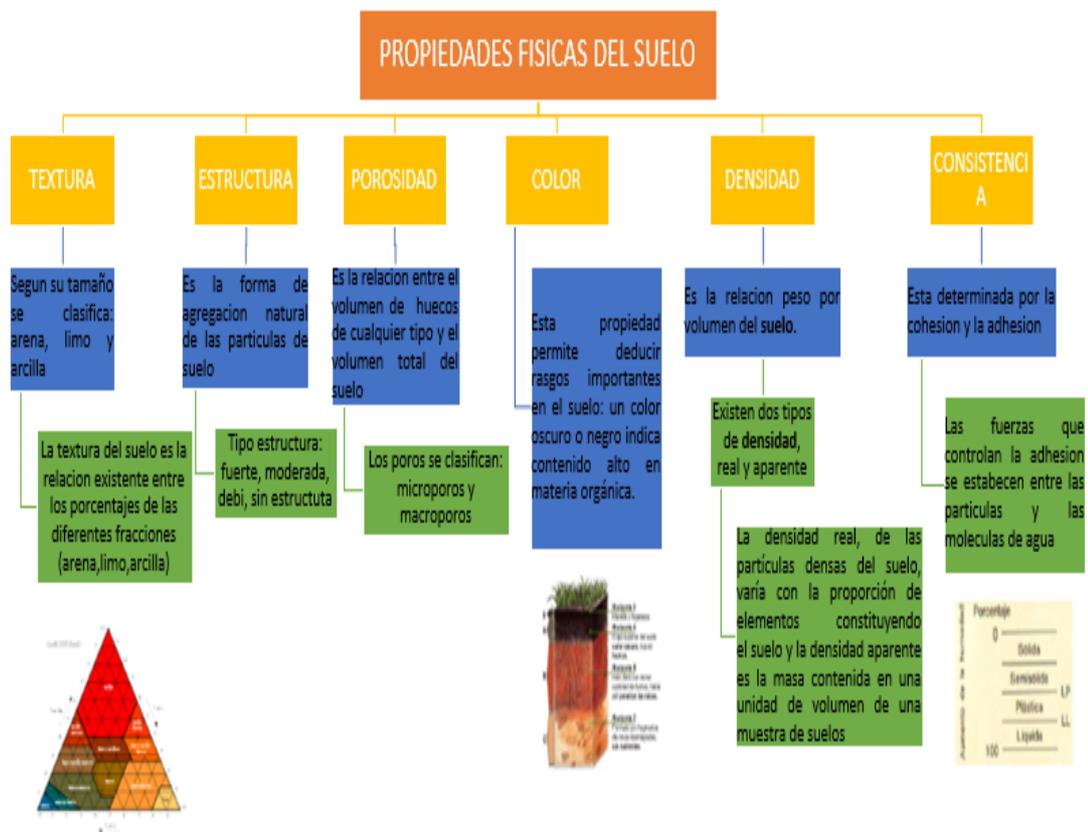


Figura 2.2 Propiedades físicas del suelo

Los aportes de agua al suelo son la lluvia y el riego, sin embargo, no toda el agua aportada es almacenada y puesta a disposición de las plantas, sino que se producen pérdidas debido a los fenómenos de: escorrentía, filtración profunda o percolación, transpiración y evaporación.

Producto de la interacción de la pérdida de agua desde las plantas hacia la atmósfera por la transpiración y la pérdida de agua por evaporación se produce el mecanismo de evapotranspiración.

2.1.1.1 La evaporación.

La **Evaporación** es el fenómeno físico por el cual el agua pasa del estado líquido a vapor. En la Figura 2.3 se observa este proceso que se origina cuando el líquido adquiere suficiente energía para que las moléculas rompan la tensión superficial y se desprendan.



Figura 2.3 La evaporación, basado en Climatología práctico (2013)

La evaporación es más intensa cuanto más seco sea el ambiente y mayor la temperatura del aire, es decir, la demanda evaporativa sea mayor cuanto más húmedo esté el suelo en superficie ya que el agua estará más disponible para ser evaporada y cuanto mayor sea el viento reinante en la zona.

Los factores que influyen en la evaporización son:

- La radiación solar. Directamente relacionada con la temperatura
- Temperatura del aire. A mayor temperatura es mayor la evaporización

- Humedad atmosférica. Mayor humedad relativa en la atmosfera, menor capacidad de absorber vapor de agua originada por evaporización
- Velocidad del viento: cuando una masa de aire que ya ha absorbido humedad se desplazada y sustituida por otra con menos contenido de humedad, es capaz de producir nueva evaporación
- Evaporización potencial. Cantidad de agua que puede ser evaporada por una superficie de agua pura, por unidad de área de tiempo y bajo las condiciones atmosféricas existentes

2.1.1.2 Escorrentía.

Representa la cantidad de agua de lluvia o de riego que cae sobre la superficie del suelo pero que no se filtra en el suelo; el agua sobrante se escurre o se pierde sin ser aprovechada por el cultivo (Figura 2.4).

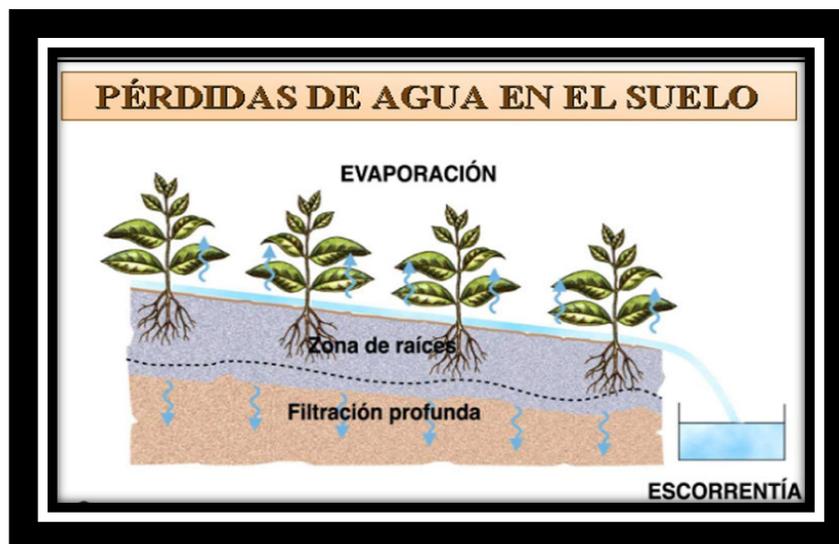


Figura 2.4 Pérdida de agua en el suelo, basado en Alcobendas (2018)

La escorrentía puede ser alta en algunos sistemas de riego por superficie (riego por surcos), sin embargo no suele ser frecuente que se produzca en riegos por aspersión y en riego localizado (riego por goteo o riego de bajo volumen) no se produce escorrentía.

La relación de escorrentía es la cantidad de agua que escurre sobre la superficie del suelo regado dividida entre el total de agua aplicada con el riego.

$$ESCORRENTIA = \frac{\text{Cantidad de agua perdida por escorrentía}}{\text{Cantidad de agua aplicada.}}$$

Ejercicio 1:

Si en un riego se aportan 1000 metros cúbicos de agua y se pierden 200 por escorrentía, la relación de escorrentía será 0.2 o del 20%.

2.1.1.3 Filtración profunda o percolación.

Filtración profunda o percolación es cuando el agua aplicada sobre la superficie del suelo se infiltra, pasa poco a poco hacia capas más profundas (ver Figura 2.5). Si la cantidad de agua aplicada es mayor que la capacidad de retención, el agua infiltrará hacia zonas en las que las raíces del cultivo no pueden acceder, siendo por lo tanto agua perdida.

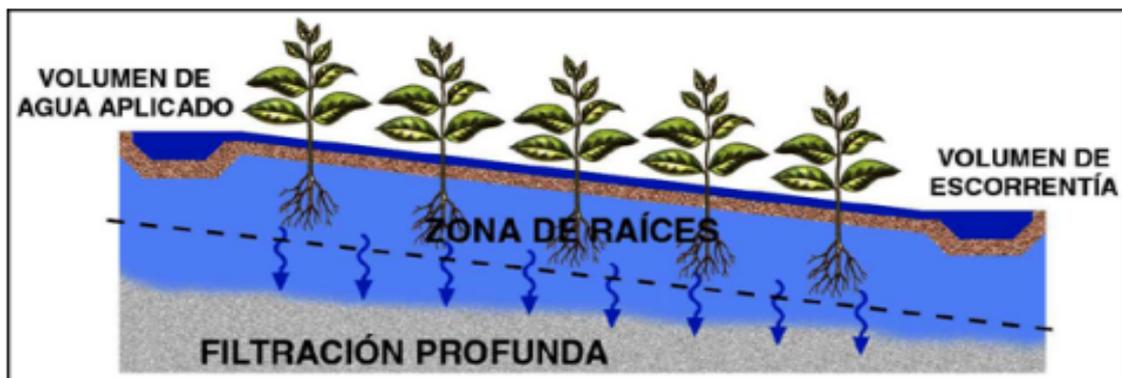


Figura 2.5. La filtración de agua en el suelo, basada en Gómez (2010)

La **relación de filtración** es la cantidad de agua que percola dividida entre el total de agua aplicada con el riego.

$$FILTRACIÓN = \frac{\text{Cantidad de agua perdida por filtración profunda}}{\text{Cantidad de agua aplicada.}}$$

2.1.1.4 La transpiración.

Es el fenómeno biológico que consiste en la pérdida de agua en forma de vapor que se produce en las planta. Como se observa en la figura 2.6 el agua llega a través de las hojas, es absorbida por el sistema radicular y luego una pequeña del agua es utilizada en la fotosíntesis, el crecimiento y el resto se evapora

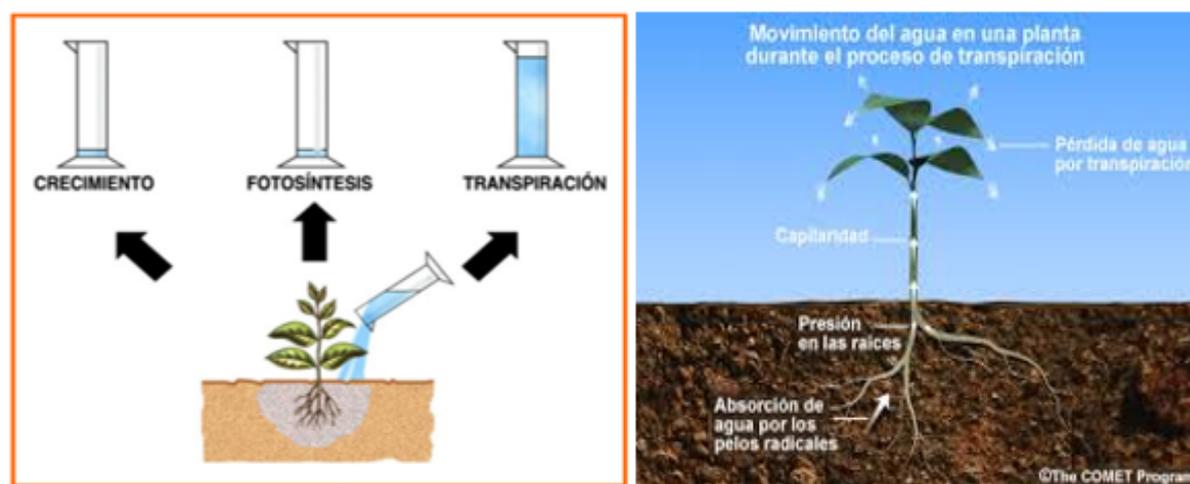


Figura 2.6. Uso del agua por la planta, basado en EcuRed (2019)

Los cultivos absorben una cierta cantidad de agua durante su ciclo de desarrollo y producción. La planta absorbe esta cantidad de agua por medio de su sistema radical. Por lo tanto, el agua requerida por el cultivo debe estar disponible en el suelo y especialmente en la zona de las raíces.

Luego de su absorción, el agua pasa a través del tallo hacia las hojas, donde parte de ella, se pierde por medio de la transpiración, sale a la atmósfera en forma de vapor. Este

proceso tiene lugar principalmente en las hojas y, en menor grado, en los tallos verdes y jóvenes.

Las plantas mantenidas a niveles altos de humedad tomarán el agua de la zona radical aproximadamente en proporción a la concentración de raíces. Un patrón típico de extracción de agua del suelo se observa en la figura 2.7, con un 70% de la extracción de agua aconteciendo en la mitad superior de la zona radical. Cultivos muy sensibles a la humedad, tales como las hortalizas mantenidas a niveles altos de humedad, podrían tomar el 80 a 90% de su agua de la mitad superior de la zona radical. A medida que las plantas sufran déficits tomarán el agua disponible de la parte inferior de la zona radical.

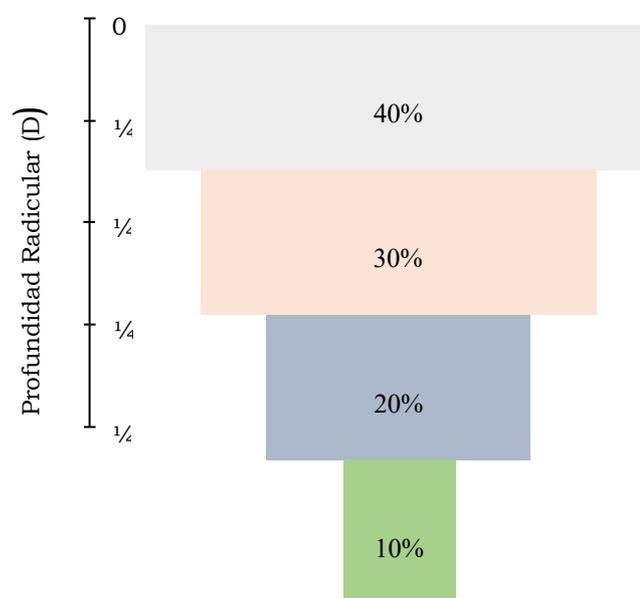


Figura 2.7. Extracción de agua por el cultivo, basado en Avidan (1994)

La absorción de agua por la planta no es uniforme en todo el volumen ocupado por las raíces del cultivo, sino que se efectúa principalmente en las capas próximas a la superficie, ahí y donde se concentra la mayor parte del sistema radical.

Por lo tanto, la lámina de riego se determina tomando en consideración a la profundidad efectiva del sistema radical que corresponde al perfil del cual un cultivo en pleno desarrollo extrae el 80 – 85 % del agua entre riegos sucesivos.

A continuación en la Tabla 2.1, se detallan algunas profundidades radicales efectivas de varios cultivos, mencionando que éstas pueden cambiar por la variedad del cultivo, condición de suelo y hasta condiciones de clima. Por lo que se sugiere realizar una muestra en campo y en diferentes épocas de desarrollo del cultivo.

Tabla 2.1. Profundidad radical de algunos cultivos

CULTIVO	PROFUNDIDAD RADICAL EFECTIVA (m)
Aguacate	0.9 - 1.0
Alfalfa	0.9 - 1.2
Arroz	0.8 - 0.9
Café	0.9 - 1.2
Caña de azúcar	0.4 - 0.6
Cebolla	0.4 - 0.5
Cítricos	0.9 - 1.0
Fréjol	0.5 - 0.8
Frutales de hoja caduca	1.0 - 1.2
Girasol	0.9 - 1.0
Lechuga	0.3 - 0.4
Maíz	0.9 - 1.2
Maní	0.9 - 1.0
Melón	0.8 - 1.0
Palmera	0.8 - 0.9
Papa	0.6 - 0.8
Pepino	0.6 - 0.9
Piña	0.4 - 0.6
Plátano, banano	0.9 - 1.2
Tabaco	0.8 - 1.0
Tomate	0.6 - 1.2

Fuente: basado en Avidan (1994)

2.1.1.5 La evapotranspiración (ET).

Se conoce como evapotranspiración (ET) a la combinación de dos procesos: la evaporación del agua desde el suelo y desde la superficie cubierta por las plantas (E) y a la transpiración de las hojas de las plantas (T), como se observa en la figura 2.8.

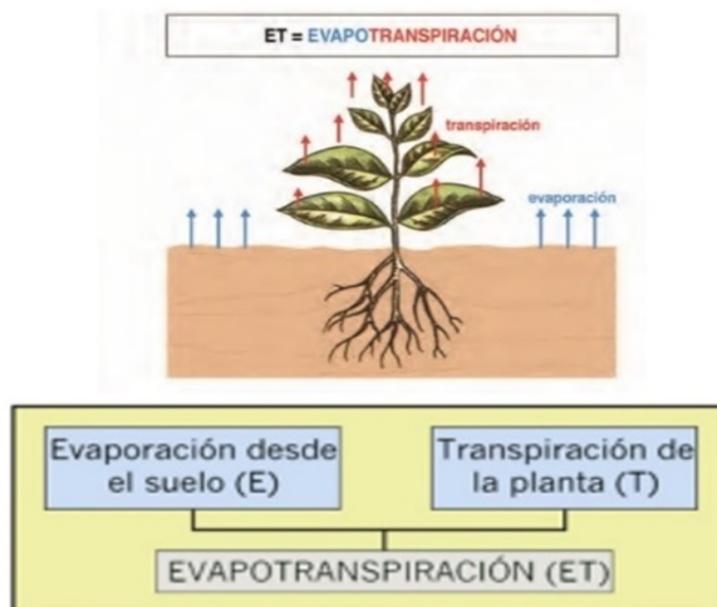


Figura 2.8 La evapotranspiración, basado en Monge (2018)

La evapotranspiración depende de varios factores: climáticos (radiación, humedad del aire, viento) relativos a las plantas (cobertura vegetal) y edáficos (tipo de suelo, estado de humedad del suelo).

La radiación solar, la temperatura del aire, la humedad atmosférica y la velocidad del viento son los parámetros climatológicos empleados para evaluar el proceso de la evapotranspiración que se expresa en mm por unidad de tiempo.

Para cambiar el estado de las moléculas del agua de líquido a vapor se requiere de energía que se obtiene de la radiación solar directa y, en menor grado, la temperatura ambiente del aire, proporcionarán esta energía.

El cálculo de la ET se realiza para conocer el agua que necesitan las plantas para su desarrollo, para diseñar el riego, programación de riegos, cantidades de agua a aportar a un determinado cultivo, diseño y elección del mejor sistema de riego, conducciones de agua, etc., es necesario calcularlo de la manera más precisa posible.

En las primeras etapas del cultivo, el agua se pierde principalmente por evaporación directa del suelo, pero, con el desarrollo del cultivo y finalmente cuando éste cubre el suelo, la transpiración se convierte en el proceso principal de pérdida de agua.

La evapotranspiración (ET) se obtiene de la siguiente relación:

$$ETR = \pm I + Da$$

I : Infiltración

Da = Almacenamiento

Nota: El almacenamiento se mide a través de la humedad del suelo

La evapotranspiración (ET) no se mide directamente, sino que se despeja de las relaciones originadas por el balance hídrico. El balance hídrico es una técnica que permite conocer la cantidad de agua que tiene disponible un cultivo en el suelo empleando un lisímetro (Figura 2.8); es un recipiente enterrado y cerrado lateralmente de forma que el agua drenada es acumulada en el drenaje y el almacenamiento se mide a través de la humedad del suelo.

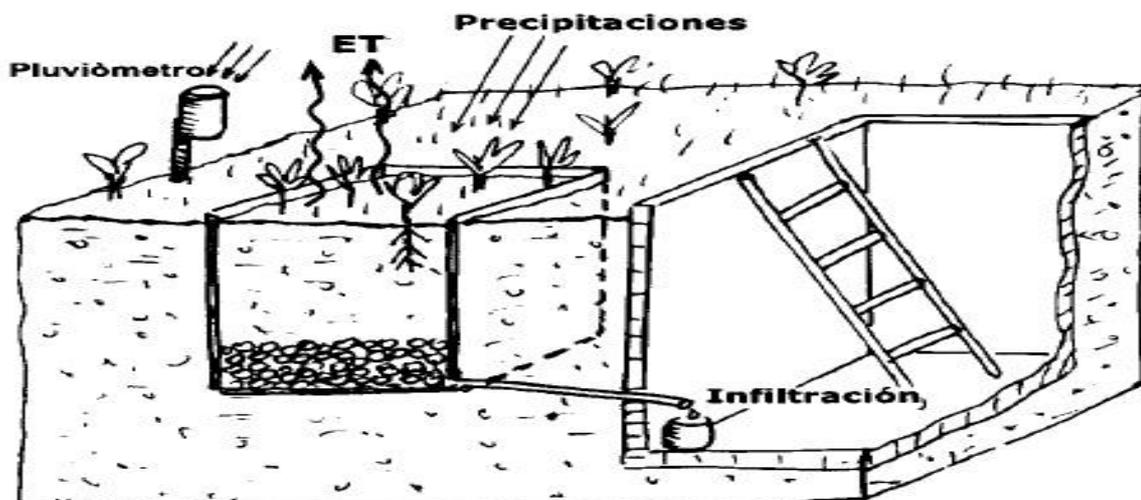


Figura 2.8. Medición de la evapotranspiración, lisímetro. Basado en climatología práctico (2013).

La evapotranspiración puede ser potencial o evapotranspiración real.

2.1.1.6 La evapotranspiración potencial (ETP) – La Evapotranspiración real (ETR).

La **Evapotranspiración Potencial (ETP)**: es la cantidad máxima posible de agua que perdería el suelo por evaporación y transpiración, suponiendo que este estuviera saturado.

La Evapotranspiración Real (ETR) Es la que se produce realmente bajo las condiciones meteorológicas de humedad de suelo y de vegetación existentes en un lugar y durante un tiempo dado. En la práctica, los cultivos se desarrollan en condiciones de humedad muy lejanas de las óptimas. Por este motivo, el manejo del riego se basa en la Evapotranspiración real (**ETR**), la cual toma en consideración el agua disponible en el suelo y las condiciones ambientales en las cuales se desarrolla un cultivo determinado.

$$ETR \leq ETP$$

Siempre y cuando el cultivo en consideración disponga de agua en abundancia (tras de un riego o una lluvia intensa) y en condiciones de buena aireación del suelo, Etr – equivale a la Evapotranspiración actual.

2.1.1.7 Cálculo de la evapotranspiración potencial (ETP).

Aunque la evapotranspiración es considerada un elemento de gran importancia, en la actualidad no existe una metodología para evaluarla a escala de cuenca, por lo que se estima a partir de diferentes modelos empíricos. A continuación en la Tabla 2.2, se cita algunos de los métodos empleados para el cálculo de la evapotranspiración:

Tabla 2.2 Métodos para el cálculo de la evapotranspiración

MÉTODO	INSUMOS	DATOS ADICIONALES
<i>Thorwaite</i>	Temperatura	Horas del sol (Tabla)
<i>Blanney – Criddle</i>	Temperatura	Horas del sol (Tabla) Coeficiente de vegetación
<i>Turc</i>	Temperatura Horas reales del sol	Radiación Global Incidente
<i>Penman</i>	Temperatura Horas reales del sol, velocidad del viento, humedad relativa	Tablas de ajuste para el cálculo de parámetros adicionales



Método de Thornthwaite.

Los cálculos de Thornthwaite (1948) están basados en la determinación de la evapotranspiración en función de la temperatura media, con una corrección en función de la duración astronómica del día y el número de días del mes.

El método es muy empleado en hidrología¹⁴ y en la estimación del balance hídrico para Climatología e Hidrología de cuencas, también es empleado en los índices y clasificaciones climáticas. Thornthwaite comprobó que la evapotranspiración era proporcional a la temperatura media afectada de un coeficiente exponencial y propone la fórmula:

$$e = 16 \cdot (10 \cdot t_m / l)^a$$

e: evapotranspiración mensual sin ajustar en mm (mm/mes)

¹⁴ La hidrología es una rama de las ciencias de la Tierra que estudia el agua: distribución, circulación, propiedades físicas, químicas y mecánicas, escorrentía, evapotranspiración y humedad del suelo.

tm: temperatura media mensual en °C

l : índice de calor anual

$$l = \sum ij: j = 1 \dots w \dots 12$$

Que se calcula a partir del índice de calor mensual.

i, como suma de los doce índices de calor mensual; $ij = (tmj/5) * 1,514$

A : parámetro que se calcula, en función de l según la expresión

$$a = 0,000000675 * l^3 - 0,0000771 * l^2 + 0,49239$$

$$ETP \quad T = e * L$$

e: evapotranspiración mensual sin ajustar en mm

L: factor de corrección del número de días del mes

Ndi : número de días del mes

Ni : horas de sol y la duración astronómica del día

$$Li = Ndi/30 * Ni/12$$

El valor de “L” se puede obtener de la tabla valor L del método de Thornthwaite “Coeficientes para la corrección de la ETP debida a la duración media de la luz solar”.

Para calcular la ETP de un mes determinado es preciso corregir la ETP sin ajustar “e” mediante un coeficiente que tenga en cuenta el número de días del mes y horas de luz de

cada día, en función de la latitud. Para lo cual se introduce el índice de iluminación mensual en unidades de 12 horas, que deberá multiplicar a la ETP sin ajustar para obtener la ETP según Thornthwaite (mm/mes).

Para valores de temperatura media mensual superiores a 26,5 °C, la ETP sin ajustar se obtiene directamente de la tabla (“Valores de la ETP diaria sin corregir para temperaturas superiores a los 26,5 °C”) solo hay que considerar que para obtener el valor mensual hay que multiplicar por el número de días del mes.



Método de Blaney y Criddle

Su estudio fue realizado en zonas áridas y semiáridas; considerando: el consumo de agua en un cultivo, bajo el supuesto de no faltar agua en el suelo, la temperatura, iluminación y cubierta vegetal. El introducir un factor de consumo K permite la estimación de los consumos de agua para diferentes cultivos. La fórmula es:

$$ETPB_Ci = li/I*(45,72*tmi+812,8)$$

Donde:

ETPB – CI: Evapotranspiración potencial mensual (mm/-mes)

Tmi: temperatura media mensual (°C)

Li: número de horas de luz del mes

$$Li = Ni*Ndi$$

Ndi: número de días del mes

Ni: duración astronómica del día–h–)

I: número de horas del año

$$I = \sum li, i = I, \dots, XII$$

El cociente I_i/I puede ser sustituido por el valor “ π_i ”, parámetro que está tabulado en la tabla “Porcentajes mensuales de horas de luz con relación al año para distintas latitudes π_i ”, dividir por 100 la expresión:

$$UB-Ci = K \cdot \pi_i (0,4572 \cdot t_{mi} + 8,128)$$

Donde:

UB – CI: Consumo de agua

K= Coeficiente empírico de consumo característico de la cubierta vegetal y periodo vegetativo

Nota: Este coeficiente solo se aplica en el método de Blaney y Criadle



Método de Turn

Se basa en la comparación de las precipitaciones y la escorrentía total de numerosas cuencas y para ello aplica la siguiente fórmula:

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0,9 + \frac{p^2}{L^2}}}$$

Donde:

ETR = evapotranspiración real en mm/año

P : Precipitación en mm/año

L : $300 + 25 + 0.0513$

t : temperatura media anual en °C

Nota: La fórmula tiene como limitación $P \leq 0.31$ L, diaria una ETR mayor a la precipitación



Método de Perman

Mediante un modelo físico estima los valores de ETP a partir de valores diarios de humedad del aire, temperatura, velocidad del viento y radiación solar.

2.1.2 Relación Agua – Suelo

El suelo constituye un reservorio natural de agua, cuya capacidad es muy variable, es el encargado de suplir la cantidad necesaria de humedad al cultivo para que sobreviva, crezca y produzca normalmente. Se hace necesario conocer la mecánica del cómo y en qué forma se moviliza el agua en el suelo; qué fuerzas intervienen para que suceda; qué influencia ejercen las diferentes características del suelo en este fenómeno; del total de agua aplicado, qué cantidad es retenida y puesta a disposición de la planta; cuáles normas deben seguirse para que el suelo se mantenga continuamente con agua disponible para la planta.

La capacidad de retención de agua en un suelo está dada por un sinnúmero de características, tanto físicas, químicas como biológicas, entre las cuales se puede citar: la textura, estructura, densidad aparente, porosidad, capacidad de infiltración, contenido de sales, materia orgánica, profundidad efectiva del suelo.

El movimiento del agua en el suelo es causado por diferentes fuerzas: gravedad, cohesión y adhesión. El tamaño de los poros facilita el movimiento, pero siempre el desplazamiento se realiza de una zona saturada a una insaturada, aunque en forma irregular, dadas las condiciones del suelo a través de su profundidad.

2.1.2.1 Estados de humedad del suelo.

La determinación de la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo es importante para estimar o calcular la lámina de agua que pueda estar a disposición de los cultivos. En el riego tecnificado, se identifican tres estados de humedad a saber: Saturación, Capacidad de Campo, Punto de marchitez permanente.



Saturación (Hs)

Considerado el máximo estado de humedad del suelo, los elementos que predominan son: la tierra y el agua como se observan en la Figura 2.9. Se produce cuando el suelo se ha encharcado después de una alta precipitación o excesivo riego y el agua ha llenado los espacios entre las partículas del suelo. Entre la saturación y la Capacidad de campo el agua dreña libremente.

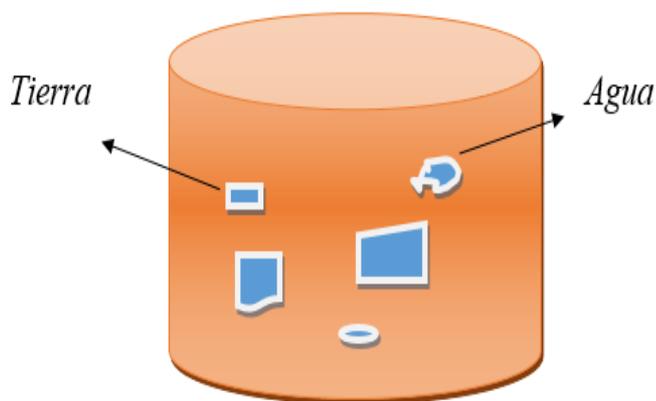


Figura 2.9. Elementos que predominan en la saturación



Capacidad de Campo (Hcc)

Es considerada como el óptimo estado de humedad del suelo para el desarrollo normal de los cultivos, debido a la cantidad de agua que un suelo puede retener contra la acción de la gravedad; los elementos que predominan, son: tierra, agua y aire como se observa en la Figura 2.10. Esta ocurre generalmente entre una tensión de 1/10 de atmósfera para suelos ligeros y de 1/3 de atmósfera para suelos pesados; que puede producirse de 1 a 4 días después de haber sido saturado y el agua drene libremente.

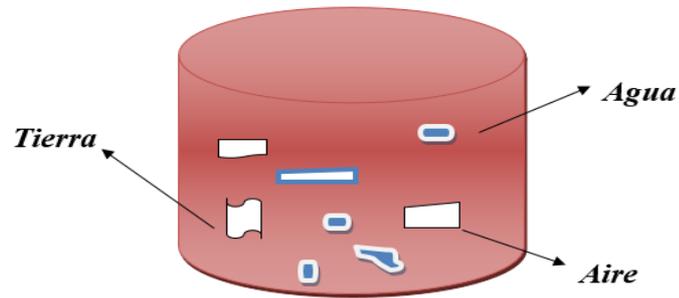


Figura 2.10. Elementos que predominan en capacidad de campo



Punto de marchitez permanente (Hpm)

Es la pérdida del agua del suelo por consumo de la planta, evaporación, transpiración y se llega a un mínimo contenido de humedad en donde las plantas se marchitan y no se recuperan; los elementos que predominan en el punto de marchitez permanente son: la tierra y el aire como se observa en la Figura 2.11, este estado ocurre entre 10 y 20 atmósferas de tensión.

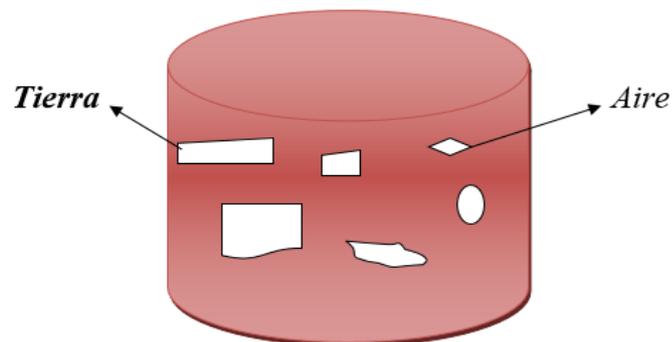


Figura 2.11. Elementos que predominan en el punto de marchitez

Los estados de humedad del suelo se relacionan con los tipos de agua del suelo y la tensión de humedad, que se detallan en la figura 2.12.

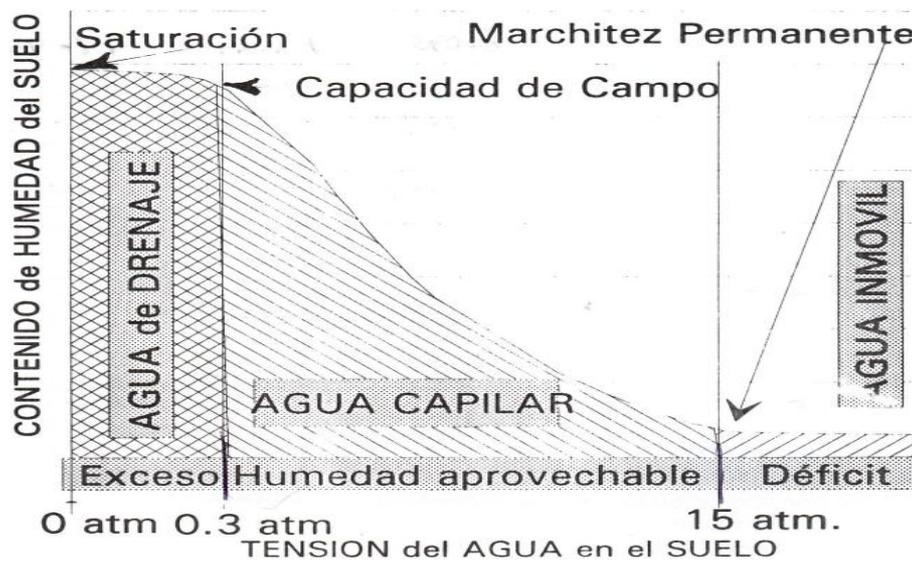


Figura 2.12. Estados de humedad del suelo basado en Avidan (1994)

2.1.2.2 Agua Disponible – AD.

Corresponde al máximo porcentaje de la humedad del suelo que puede ser utilizada por las plantas y expresa la cantidad de agua que un suelo puede almacenar entre los límites de capacidad de campo y el punto de marchitez permanente.

Una gran diversidad de factores influye sobre la disponibilidad del agua del suelo a las plantas, tales como la distribución, profundidad y actividad del sistema radical, uso consuntivo por la planta (evapotranspiración), tensión de humedad del suelo y su conductividad capilar. En la Figura 2.13, se relacionan curvas de retención de humedad en base a diferentes tipos de textura, como: Arenosa, limosa y arcillosa, las que pueden ser comprobadas con el uso del tensiómetro y a diferentes profundidades radicales según cada cultivo.

Curva de Retención de Humedad en un Suelo

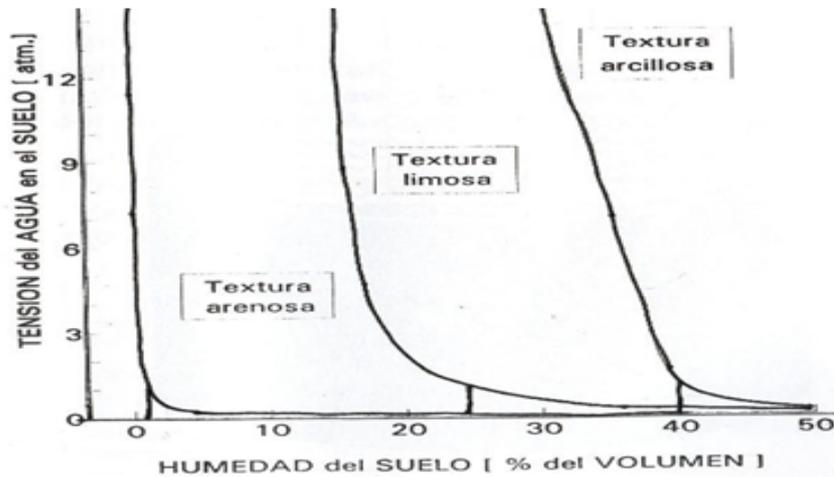


Figura 2.13. Agua disponible en función de la textura del suelo basado en Avidán (1994)

La cantidad de agua disponible en el suelo, puede calcularse aplicando los siguientes parámetros:

Agua disponible en porcentaje del volumen (AD)

$$AD (\%v) = (H_{cc} - H_{pmp}) \frac{P_{ea}}{P_{ew}}$$

Donde:

- AD** = Agua disponible, por volumen de suelo (%)
- H_{cc}** = Capacidad de campo a base del peso seco del suelo (%ws)
- H_{pm}** = Punto de marchitez permanente, a base del peso seco del suelo (%ws)

Pea = Peso específico aparente del suelo (gr/c.c.)

Pew = Peso específico del agua (gr/c.c.)

Lámina de agua disponible en una capa a un metro de profundidad (LDm)

$$LDm (mm/m) = AD * 10$$

Donde:

LDm = Lámina de agua disponible, (mm)

AD = Agua disponible, a base del volumen del suelo (%v)

El factor 10 convierte el % por volumen a mm.

Volumen de agua disponible en una capa de un metro de profundidad- (VDm)

$$VDm (m3/Ha/m) = LDm * 10$$

Donde:

VDm = Volumen de agua disponible (m3/Ha/m)

LDm = Lámina de agua disponible (mm)

El factor 10 convierte mm/m a m3/Ha/m

Lámina de agua disponible a la profundidad z - LDz

$$LDz \text{ (mm/z)} = LDm * z$$

Donde:

LDz = Lámina de agua disponible a la profundidad z, (mm/z)

LDm = Lámina de agua disponible (mm)

Z = Profundidad del suelo (m)

Volumen de agua disponible a la profundidad z - VDz

$$VDz \text{ (m}^3\text{/Ha/z)} = LDz * 10$$

Donde:

VDz = Volumen de agua disponible a la profundidad z, (m³/Ha/z)

LDz = Lámina de agua disponible a la profundidad z, (mm)

El factor 10 convierte mm/z a m³/Ha/z

Lámina de agua disponible a la profundidad radicular efectiva - LDzr

$$LDzr \text{ (mm/zr)} = LDm * zr$$

Donde:

LDzr = Lámina de agua disponible a la profundidad radicular efectiva, (mm/zr)

LDm = Lámina de agua disponible en una capa de suelo de 1 m de profundidad, (mm)

Se puede calcular directamente la lámina de agua disponible LDzr con la siguiente fórmula:

$$LDzr \text{ (mm/zr)} = (Hcc - Hpm) * Pea /Pew * zr * 10$$

Donde:

LDzr = Lámina de agua disponible a la profundidad radicular efectiva, (mm/zr)

Hcc = Contenido de humedad a capacidad de campo, (%ws)

Hpm = Contenido de humedad a punto de marchitez, (%ws)

Pea = Peso específico aparente del suelo, (gr/c.c.)

Pew = Peso específico del agua, (gr/c.c.)

Zr = Profundidad radicular efectiva del cultivo, (m)

El factor 10 convierte los datos a mm.

Volumen de agua disponible a la profundidad radical efectiva – VDzr

$$VDzr \text{ (m}^3\text{/Ha/zr)} = LDzr * 10$$

Donde:

VDzr = Volumen de agua disponible, (m³/Ha/zr)

LDzr = Lámina de agua disponible, (mm/zr)

El factor 10 convierte mm/zr a m³/Ha/zr.

Ejercicio 1

En un suelo de perfil uniforme.

Calcular el volumen de agua disponible por hectárea en un suelo de perfil uniforme, en función de la profundidad radical efectiva de un cultivo y en base a los datos que se ilustran en la tabla 2.3.

Tabla 2.3. Datos para calcular el volumen de agua disponible en un suelo de perfil uniforme

DATOS		
Hcc	19.0	(%ws)
Hpm	11.0	(%ws)
Pea	1.36	(gr / c.c.)
Pew	1.0	(gr / c.c.)
Zr	0.45	(m)

El Agua Disponible - AD % volumen

$$\begin{aligned}
 AD &= (Hcc - Hpm) * Pea / Pew \\
 &= (19.0 - 11.0) * 1.36 / 1.0 \\
 &= 10.88 \%v
 \end{aligned}$$

Lámina de agua disponible en una capa de un metro de suelo - LDm (mm de agua)

$$\begin{aligned}
 LDm &= AD * 10 \\
 &= 10.88 * 10 \\
 &= 108.8 \text{ mm/m}
 \end{aligned}$$

Volumen de agua disponible en una capa de un metro de suelo -VDm (m³/Ha/m)

$$\begin{aligned}
 VDm &= LDm * 10 \\
 &= 108.8 * 10 \\
 &= 1088 \text{ m}^3/\text{Ha}
 \end{aligned}$$

Lámina de agua disponible a la profundidad radical efectiva - LDzr ((mm/zr)

$$\begin{aligned}
 LDzr &= LDm * zr \\
 &= 108.8 * 0.45 \\
 &= 48.96 \text{ mm/zr}
 \end{aligned}$$

Volumen de agua disponible a la profundidad radical efectiva – VDzr (m³/Ha/zr)

$$VDzr = LDzr * 10$$

$$= 48.96 * 10$$

$$= 489.6 \text{ m}^3/\text{Ha}/\text{zr}$$

Ejercicio 3.

En un suelo con perfil variable

Calcular el volumen de agua disponible por hectárea en un suelo de perfil variable, en función de la profundidad radical efectiva del cultivo y en base a los datos que se observan en la Tabla 2.4.

Tabla 2.4. Datos para calcular el volumen de agua en un suelo de perfil variable

DATOS						
Capa #	de – a (cm)	Espesor capa (m)	Textura	Hcc % (ws)	Hpm(% ws)	Pea(gr/c.c.)
1	0 -18	0.18	Franca	21	11	1.35
2	18 – 33	0.15	Arcillosa	34	16	1.21
3	33 – 52	0.19	Franco Arcilloso	24	13	1.32
4	52 – 95	0.43	Arcillosa	32	15	1.23

$$Pew = 1.0 \text{ gr / c.c.}$$

$$zr = 0.70 \text{ m}$$

Se calcula para cada una de las capas de espesor z, hasta la profundidad radical efectiva del cultivo – zr.

$$LDzr = (Hcc - Hpm) * Pea / Pew * zr * 10$$

Lámina disponible a la profundidad radical efectiva ($z_r = 0.70$), se observa en la Tabla 2.5.

Tabla 2.5. Datos para calcular la lámina disponible a la profundidad radical efectiva ($z_r = 0.70$)

Hcc-Hpm	*Pea	*z		mm / capa
21 – 11	*1.35	*0.18	*10	24.3
34 – 16	*1.21	*0.15	*10	32.7
24 – 13	*1.32	*0.19	*10	27.6
32 – 15	*1.23	*0.18	*10	37.6
LD_{zr} (0 – 0.70) = 122.2 mm				

Volumen disponible a la profundidad radical efectiva ($z_r = 0.70$)

$$\begin{aligned} VD_{zr} &= LD_{zr} * 10 \\ &= 122.2 * 10 \\ &= 1222 \text{ m}^3/\text{Ha}/zr \end{aligned}$$

2.1.2.3 Lámina de agua aprovechable a la profundidad radical efectiva –LA_{zr}.

La lámina de agua aprovechable a la profundidad radical efectiva – LA_{zr}. Consiste en obtener rendimientos óptimos para evitar que el cultivo agote el agua disponible en el suelo y llegue al punto de marchitez permanente. Por este motivo, se determina el máximo porcentaje del agua disponible que el cultivo puede aprovechar sin que disminuya su rendimiento, ver Tabla 2.6.

Tabla 2.6. Máximos porcentajes de agua aprovechable sugeridos de acuerdo a Eto y al cultivo - Pa (%)

TIPO DE CULTIVO	Eto	
	Baja 2 a 5(mm/día)	Media a alta 6 a10 (mm/día)
Hortalizas	30 - 40	15 - 25
Frutales	40 - 50	20 - 35
Pastos	50 - 70	30 - 45
Cereales	60 - 70	40 - 55
Algodón	60 - 70	40 - 55
Oleaginosas	60 - 70	40 - 55
Caña de azúcar	60 - 70	40 - 55
Tabaco	60 - 70	40 - 55

Este porcentaje, **Pa (%)**, depende en gran medida del tipo de cultivo, de la etapa de desarrollo de éste.

En base a este porcentaje de agua aprovechable, **Pa (%)**, se calcula la lámina de agua aprovechable: es el máximo déficit hídrico permitido entre dos riegos. Se puede calcular aplicando la siguiente fórmula:

$$LA_{zr} = \frac{LD_{zr} * Pa}{100}$$

Donde:

LA_{zr} = Lámina de agua aprovechable en la zona radical efectiva (mm/zr)

LD_{zr} = Lámina de agua disponible en la zona radicular efectiva (mm/zr)

Pa = Máximo porcentaje de agua aprovechable por el cultivo (%)

Ejercicio 4

Calcular la lámina de agua aprovechable hasta la profundidad radical efectiva de un cultivo de hortaliza, que está sembrado en una zona con una evapotranspiración potencial (E_{to}) de 2.8 mm/día. La lámina de agua disponible hasta la zona radical es de 94.3 mm.

DATOS:

LA_{zr} = ?

E_{to} = 2.8 mm/día - Pa: 35 %

LD_{zr} = 94.3 mm

$$\begin{aligned} LA_{zr} &= \frac{LD_{zr} * Pa}{100} \\ &= 35 \% \text{ (Tabla)} \\ &= \frac{94.3 \text{ mm} * 35 \%}{100} = 33.0 \text{ mm} \end{aligned}$$

2.1.2.4 Punto óptimo de riego.

El punto óptimo de riego representa el máximo porcentaje del volumen de agua disponible en la profundidad radical efectiva que el cultivo puede aprovechar sin reducir su rendimiento. Este porcentaje de agua disponible aprovechado por las plantas, depende del tipo de cultivo, sistema de riego, tipo de suelo, pendiente y de su salinidad.

La determinación del punto óptimo del riego es muy importante en la planificación de un sistema de riego porque determina el volumen de agua de riego y el intervalo de riego los cuales repercuten sobre la capacidad de las redes de conducción y de bombeo.

Es posible definir el punto óptimo de riego en términos del potencial matriz para varios cultivos, la tensión del agua en el suelo a la cual se recomienda aplicar el riego sobre suelos profundos, bien drenados para maximizar el rendimiento de los cultivos.

A la tensión de humedad se la puede medir con aparatos llamados “tensiómetros”, los cuales se los coloca en el suelo a diferentes profundidades en relación a la profundidad radical del cultivo implantado. En la Tabla 2.6, se representa la relación de diferentes cultivos con la tensión del suelo a la cual se producen los mejores rendimientos.

Tabla 2.6. Potencial matriz óptimo para el riego

CULTIVO	Tensión de agua en el suelo (cbar)
Acelga	20 - 30
Brócoli – en botón	60 - 70
Brócoli _ en crecimiento	45 - 55
Caña de azúcar	25 - 30
Cebolla – de bulbo	55 - 65
Cebolla _ verde	45 - 55
Col	60 - 70
Coliflor	60 - 70
Fresa, frutilla	20 - 30
Guisantes	30 - 50
Lechuga	40 - 60
Melón	35 - 40
Papa	30 - 50
Remolacha de azúcar	40 - 60
Tabaco	30 - 80
Zanahoria	55 - 65
Aguacate	50

Frutales caducifolios	50 - 80
Limón	40
Viña _ en crecimiento	40 - 50

Fuente: basado en Avidàn (1994)

2.2 El riego

El riego es la adición artificial de agua al suelo para proveer las necesidades de la planta (para el desarrollo vegetativo y la producción de su cosecha), cuando la provisión natural (por medio de la lluvia) no existe; ver Figura 2.14. Además, sirve para suplir al suelo, la humedad requerida por el cultivo para satisfacer sus necesidades hídricas que no fueron cubiertos mediante la precipitación, o bien para incrementar la producción agrícola al transformar zonas de agricultura de secano en zonas de regadío.



Figura 2.14 El riego¹⁵

¹⁵ Imagen tomada de la página web <https://encolombia.com/economia/agroindustria/agronomia/tipos-de-sistemas-de-riego/>

2.2.1 Origen y evolución del riego

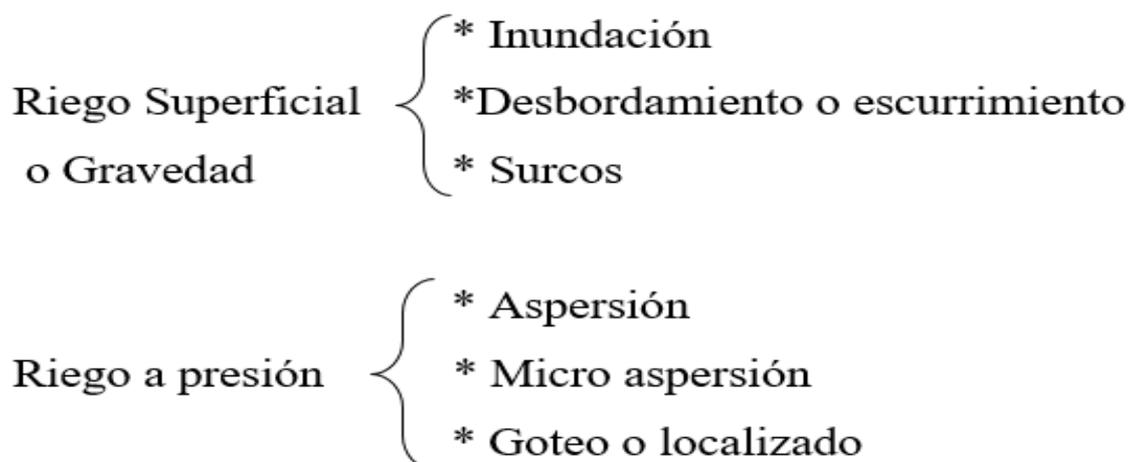
EL riego se inicia con la humanidad, en vecindad de ríos y de valles fértiles como por ejemplo el Tigris, el Éufrates y el Nilo. En los tiempos antiguos se acostumbraba utilizar el riego abierto (superficial) en el cual la aplicación de una dosis determinada de agua comprende el avance gradual de la corriente de agua sobre la superficie de la parcela irrigada. El método de riego se efectúa inundando la parcela. A continuación, se desarrolló el método por surcos, el cuál aprovechó el principio de la gravedad para el avance del agua a lo largo del surco en pendiente.

A comienzo del siglo XX, el desarrollo de la ingeniería permitió incorporar los métodos de riego abierto (superficial) y por gravedad, a marcos de programación. La maquinaria que se desarrolló permitió preparar sistemas de riego más exactos basados en canales construidos para la conducción y distribución, y en la pendiente exacta de los surcos.

2.2.2 Sistemas de riego

Los sistemas de riego o también llamados “Métodos de riego”, son considerados a las diferentes formas de aplicar el agua al suelo para la asimilación de los cultivos. Existe una variedad de sistemas de riego; sin embargo, el técnico, el agricultor deberá conocerlos para saber cuál le conviene implementarlo. Sin embargo, todos los sistemas de riego tributan a dos grandes grupos: Riego superficial o gravedad y el riego a presión.

Una clasificación práctica que coincide con los sistemas más empleados es la siguiente:



2.2.3 Factores a considerar en un sistema de riego

Para implementar un sistema de riego, es necesario considerar una serie de factores que permitan decidir el más adecuado para las condiciones dadas:

- ➡ La fuente de abastecimiento permite conocer el caudal disponible para regar de una sola vez a toda la finca o por secciones y también permite decidir el método a aplicar ya que unos necesitan de poca disponibilidad y otros de gran cantidad.
- ➡ El área, tamaño, forma y topografía de la finca, inciden en el método de riego a elegir, algunos métodos no se adaptan a áreas pequeñas e irregulares y otros métodos no necesariamente requieren nivelación.
- ➡ El suelo de acuerdo a sus propiedades físicas incide en el sistema de riego a implementar. Por ejemplo, los suelos arenosos no son recomendados para el riego superficial por su alta capacidad de infiltración, en tanto que, los suelos francos y arcillosos son más adaptables a este método de riego.
- ➡ El cultivo a establecer también influye en el método a elegir, tratándose de cultivos en hileras, surcos, al voleo y considerando su ciclo vegetativo.
- ➡ Elegir el método de riego también implica considerar al clima, con sus diferentes factores, como: Precipitación, temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento, horas luz, etc.

- ➡ Un factor que pocas veces se considera, es la calidad del agua, que incide sobre el equipo de aplicación, el suelo, el cultivo.
- ➡ En lugares donde se dispone de maquinaria agrícola, es necesario que haya los espacios necesarios para su uso durante el ciclo del cultivo, así mismo, es un factor a considerar en la elección del método de riego.

2.3 Riego superficial o por gravedad

Se consideran a aquellos métodos, donde el agua se aplica a la superficie del suelo desde canales, acequias y a medida que avanza por la pendiente, se va infiltrando hacia las raíces.

Estos métodos necesitan nivelación y son aplicados en lugares donde hay gran disponibilidad de agua; no es aconsejable en lugares con poca disponibilidad de agua o rotación por momentos. Dentro del superficial o por gravedad se tiene: el riego por inundación, riego por desbordamiento y el riego por surco.

2.3.1 Riego por inundación

Este método se emplea cuando la topografía se caracteriza por una moderada uniformidad, se dispone de grandes cantidades de agua y la siembra se realiza al voleo, ver figura 2.15.



Figura 2.15. Riego por inundación¹⁶

¹⁶ Imagen tomada de la página web <https://www.solucioneshidraulicas.es/wp-content/uploads/2018/10/campo-arroz-riego-inundacion.jpg>

La parcela se divide en fajas con pendiente, mediante la construcción de caballones o muros paralelos. El extremo de las fajas tiene aberturas para permitir el paso a otras parcelas o fajas.

El caudal introducido debe ser tal que el volumen de agua requerido se aplique a la faja en un tiempo igual o ligeramente menor que el que necesita el suelo para que se infiltre la dosis de agua requerida. Una vez suministrado el volumen de agua requerido, se corta la entrada de caudal.

Existen métodos de inundación intermitente y permanente. En el primero, se utiliza preferentemente en pastos, en terrenos con pendientes que van desde 0.1 % hasta 1.5 %, aunque se establece lo ideal en 0.2 %. Se puede aplicar a todo tipo de suelo y requiere de una buena nivelación.

El segundo método es utilizado frecuentemente en cultivos de arroz y para su aplicación se requieren pendientes menores del 1 %, suelos muy ligeros o muy pesados, así como una buena nivelación y agua disponible abundante.

En este método el agua es suministrada en la parte más alta de la parcela y se desborda de un canal principal dejándose correr sobre el terreno, dividido previamente en cuadros por medio de bordes de tierra de unos 50 cm. de ancho y 40 cm. de alto, con boquetes al final para conducir el agua a otras fajas.

La pendiente de cada faja, según la textura, varía desde 0.25 % hasta 2 %, considerándose como apropiado el 0.5 % en caso de suelos arcillosos, dependiendo de la profundidad de aplicación en centímetros, del tamaño de las fajas y el caudal aplicado.

La longitud de las fajas en suelos livianos varía entre 60 y 180 m. En suelos arcillosos, la longitud puede ser de 350 hasta 800 m. Los caudales de riego a aplicar están entre 40 l/seg y 100 l/seg o más. Este método es aplicable a cultivos herbáceos: arroz, pastos; Arbóreos: frutales, cítricos, por ejemplo:

Ejercicio 5:

Calcular la dosis de riego en un cultivo de cítricos, si el terreno tiene un 45 % en volumen de capacidad de campo, la dosis de riego es cuando la capacidad de campo queda reducida a las 2/3 partes.

DATOS:

$$DR = 1/3 \text{ C.C.}$$

$$\text{Área} = 1 \text{ Ha} \quad Dt \text{ riego} = \frac{1}{3} \text{C.C.} * \frac{45}{100} * 10.000 \text{ m}^2 * 0.5 \text{ m} = 750 \text{ m}^3 \text{ R//}$$

$$Pr = 0.5 \text{ m}$$

$$Ef = 75 \% \quad DR = \frac{Dt}{Ef} = \frac{750 \text{ m}^3}{0.75} = 1000 \text{ m}^3/\text{Ha} \text{ R//}$$

De los 1000 m³, 250 m³ se pierden por evaporación, percolación, escorrentía. Si la necesidad total anual es de 8000 m³ /Ha; puede darle por ejemplo: 8 riegos de 1000 m³ /Ha. Si se dan 12 riegos la DR (real) es de: 8000 m³/Ha / 12 riegos = 666.70 m³/Ha.

Esta última solución es agronómicamente mejor, algo más cara; pero al final siempre mejor por lograr más producción.

Ejercicio 6:

Calcular el módulo de riego, la superficie a regar simultáneamente, el volumen de agua, el tiempo en regar la parcela, si se cuenta con la siguiente información.

DATOS:

$$DR = 1000 \text{ m}^3/\text{Ha}$$

$$N^\circ \text{ de riegos} = 8 \text{ riegos}$$

$$Q = 200 \text{ m}^3/\text{hora}$$

$$Vi = 10 \text{ cm/h}$$

$$M = \frac{200 \text{ m}^3/\text{hr}}{3600 \text{ seg}}$$

$$= \frac{200.000 \text{ l}}{3600 \text{ seg}} = 55.6 \text{ l/seg. (Está en el rango de 40 a 100 l/seg)}$$

$$S = \frac{Q}{vi} = \frac{200 \text{ m}^3/\text{h}}{0.1 \text{ m/h}}$$
$$= 2000 \text{ m}^2$$

Qué volumen de agua daremos a la parcela:

$$10.000 \text{ m}^2 \text{ -- } 1.000 \text{ m}^3$$

$$2.000 \text{ m}^2 \text{ -- Vol. =?}$$

$$\text{Vol.} = \frac{2'000.000}{10.000}$$
$$= 200 \text{ m}^3$$

En qué tiempo se regará la parcela:

$$T_a = \frac{Vol}{Q}$$
$$= \frac{200 \text{ m}^3}{200 \text{ m}^3/\text{h}} = 1 \text{ hora se tarda en regar}$$

2.3.2 Riego por desbordamiento

En la Figura 2.16 se observa el riego por desbordamiento que ocurre cuando el agua se desplaza sobre la superficie del terreno en láminas más o menos delgadas, a una mínima velocidad como para que el suelo retenga la necesaria cantidad de agua.



Figura 2.16. Riego por desbordamiento¹⁷

En este método, el agua se desplaza sobre la superficie del terreno en láminas más o menos delgadas, a una mínima velocidad como para que el suelo retenga la necesaria cantidad de agua.

Para que el riego sea uniforme, es necesario que la parcela esté a un mismo nivel. Cuando el cultivo ya está establecido, la velocidad del agua disminuye, pues el cultivo actúa como barrera y fomenta en esta forma la penetración uniforme del agua. Bajo estas condiciones se puede utilizar en mayores pendientes sin problema aparente.

Cuando la pendiente es uniforme, y en un mismo sentido, la disposición de los canales abastecedores y los camellones forman un conjunto regular, mientras que, si la pendiente es un tanto irregular, el terreno queda subdividido en secciones de ancho muy diferente.

Las pendientes recomendadas para este método, están entre 3 y 10 %. No es recomendable en suelos arenosos, siendo los mejores los suelos de textura media; Este método tolera

¹⁷ Imagen tomada de la página web: http://1.bp.blogspot.com/-MmWzNVN1tnk/T_91t2EgcBI/AAAAAAAAAC0/ARej03fAXTE/s1600/riego01.jpg

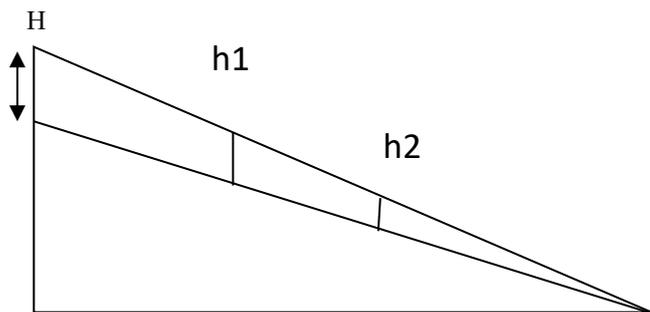
medianamente las aguas salinas ya que si se dan con frecuencia los riegos se mantienen los suelos húmedos y el consiguiente lavado de sales. Los módulos de riego aplicados están entre 10-30 l/h. Es aplicable a cultivos densos, como: cereales y pastizales.

Ejercicio 7:

Se tiene un terreno de 16% de pendiente, cuyo suelo tiene hierba recién cortada ($n=20$). La velocidad de infiltración es de 6 cm/h (en profundidad). El módulo de riego es de 25 l/seg, y la dosis de riego es de 300 m³/ha. Calcular las dimensiones de la parcela; y la uniformidad tanto en superficie como en profundidad.

DATOS:

- I = 16%
- N = 20
- V_i = 6 cm/h Superficie
- M = 25 l/seg
- DR = 300 m³/Ha
- H = Altura de la lámina
- H1-2 = variación de altura en lámina
- S = ?



$$S = \frac{M}{V_i} = \frac{25 \text{ l/seg}}{6 \text{ cm/hr}} = \frac{25 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{seg}}{6 \times 10^{-2} \frac{\text{m}}{3600 \text{ seg}}} = 1500 \text{ m}^2$$

$$L = V_m * T_r$$

$$0.06 \text{ m/seg} * 1800 \text{ seg} = 108 \text{ m}$$

Por deducción:

$$S = L * a$$

$$a = S/L$$

$$D = \frac{300m^3}{10000m^2} = 0.03 \text{ m}$$

$$H = \frac{D}{2} = \frac{0.03 \text{ m}}{2} = 0.015 \text{ m}$$

$$a = \frac{1500 \text{ m}^2}{108 \text{ m}} = 13.90 \text{ m}$$

$$Tr = \frac{2 H}{Vi} = \frac{2 \times 0.015 \text{ m}}{0.06 \text{ m/hr}} = 0.5 \text{ hr} = 1800 \text{ seg.}$$

$$V_m = n \frac{H}{2} \sqrt{I} = 20 \times \frac{0.015 \text{ m}}{2} \sqrt{0.16} = 0.06 \text{ m/seg.}$$

2.3.3 Riego por surcos

Este sistema está constituido por una serie de canales o zanjales pequeñas uniformemente espaciadas, siguiendo la pendiente o transversal a ella (Figura 2.17). El agua se introduce por la parte superior de los surcos y es conducida por éstos a la proximidad de las plantas que están situadas en caballones entre dichos surcos, hasta que se introduce la dosis riego



Figura 2.17 Riego por surcos¹⁸

Los valores de pendiente oscilan entre 0.4 y el 1.2%. Los valores de pendientes admisibles, pueden variar entre 0.2 y el 1.8%. En zonas áridas puede llegar al 3%, en zonas húmedas al 0.3% (admisible 0.5%).

En suelos de textura fina y baja permeabilidad, el caudal y la pendiente son muy pequeños para evitar escorrentía excesiva. En suelos arenosos el movimiento del agua será principalmente hacia abajo con poca penetración lateral. En estos suelos los surcos deberán ser cortos en longitud.

La eficiencia está entre el 40 y el 70%. La mano de obra es alta cuando los caudales de riego deben ser cuidadosamente regulados para conseguir una distribución de agua uniforme.

El largo y ancho del surco depende del tipo de suelo, de la pendiente y del cultivo. Es muy importante el largo, pues el agua debe recorrerlo bien. La pendiente y el tipo de suelo

¹⁸ Imagen tomada de la página web: <https://html2-f.scribdassets.com/616hd0y1kw5xgd0a/images/1-e6da6fc981.jpg>

pueden limitar la cantidad máxima de agua que se puede agregar a los surcos sin erosionar el suelo, es decir, lo que los técnicos llaman “caudal” o “gasto máximo no erosivo”.

El agua se hace entrar al surco mediante sifones, tubos o por acequias secundarias paralelas a la acequia alimentadora, (Figura 2.17). No conviene hacer cortes o romper la acequia para que salga el agua, pues se pueden destruir los surcos con la fuerza de salida del agua.



Figura 2.17. Sifones para riego basado en Pereira (2010).

El método ocupa bastante mano de obra, salvo cuando se riega por compartimentos. Por la cantidad de personas que se necesita para regar y construir los surcos y acequias, es caro, pero esto se compensa con un buen manejo, mejorando mucho la eficiencia del riego.

Para regar por surcos es importante la calidad del agua, particularmente en zonas áridas y semi-áridas, es preferible que no tenga muchas sales y no se produzcan acumulaciones salinas en el borde del camellón y que pueden dañar las plantas más sensibles.

El riego por surcos se utiliza en cultivos de hilera, el agua entra por los costados del surco a las raíces y no tocan ni tallos, ni hojas de las plantas, (Figura 2.18). Además, Esto ayuda, a que la evaporación desde la superficie del suelo sea menor y se pierda menos agua.

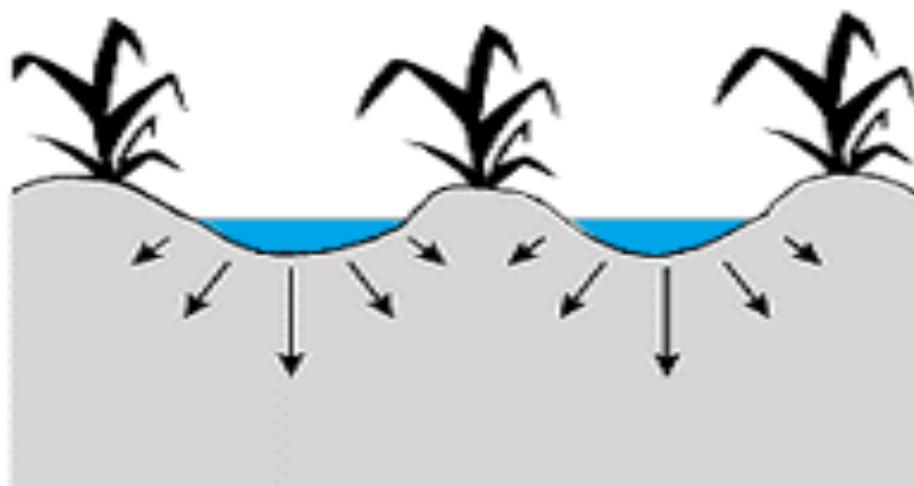


Figura 2.18 Movimiento del agua en los surcos basado en Infojardin (2011)

Se puede aplicar a cultivos, como: papas, remolacha, maíz, sorgo, algodón, tomates, lechugas, cebollas, apio, zanahorias, fréjol, melón, sandía, ajos, etc. También se riegan por surcos los frutales y las viñas. Para frutales los surcos se hacen entre las hileras de árboles. En algunos casos de hortalizas se ponen dos hileras de plantas en cada melga.

La erosión es uno de los principales problemas del método por surcos, en su construcción existe mucho movimiento de tierra y queda suelta, soltándose con facilidad cuando se hace correr el agua, especialmente si hay mucha pendiente. Los suelos que se erosionan más fácilmente son los arenosos.

Con pendientes mayores al 2%, será mejor hacer surcos en contorno o en diagonal a las pendientes más fuertes. Estos salen más caros, aunque se aprovecha bien el terreno.

Por otra parte, si los suelos son muy planos, por ejemplo, con pendientes menores que 0.1%, es muy fácil que los surcos se aneguen. Tendrán que usarse cantidades de agua o “caudales” muy pequeños y surcos más cortos pues, por el escaso declive, el agua entra mucho al principio del surco y poco al final.

En cuanto a la longitud de los surcos, es recomendable que en suelos arenosos (con un 70% de arena y con poca capacidad de retención) los surcos sean cortos y en suelos arcillosos los surcos sean largos. La Figura 2.19, representa a surcos de acuerdo a su longitud. De acuerdo al tipo de cultivo, se recomienda que los surcos sean largos cuando son raíces profundas y sean cortos cuando las raíces sean superficiales.



Figura 2.19. Longitud de surcos basado en la Pontificia Universidad Católica de Chile (2008)

En la tabla 2.7 se presenta una guía para realizar ensayos y obtener adecuadas longitudes de surcos en base a la pendiente y el máximo caudal.

Tabla 2.7. Guía para realizar ensayos y obtener longitudes de surcos en base de S (Pendiente) y Q_{máx} (Caudal máximo).

S(%)	Q _{máx} (l/min)	LONGITUD MÁXIMA DE SURCOS, SEGÚN TEXTURA								
		GRUESA			MEDIA			FINA		
LAMINA DE AGUA A APLICAR (mm)										
0.25	2.50	50	100	150	50	100	150	50	100	150
0.50	1.25	150	220	65	250	350	440	320	460	350
0.75	0.83	105	145	180	170	245	300	225	310	380
1.00	0.63	80	115	145	140	190	235	175	250	305
1.50	0.41	70	100	120	115	165	200	150	230	260
2.00	0.23	60	80	100	95	130	160	120	175	215
3.00	0.21	50	70	85	80	110	40	105	145	185
5.00	0.12	40	55	65	65	90	110	80	120	145
		30	40	50	50	70	85	65	90	105

Fuente: basado en Jaramillo (2007)

Para el manejo eficiente de este método, es necesario conocer y determinar algunos parámetros, como:

Pendiente del surco. Los más apropiados están entre 0.2 y 2.0%, y para su cálculo se aplica la siguiente fórmula:

$$I = \frac{100 \times h}{L}$$

Donde:

I = Pendiente (%)

h = Diferencia de altura (m)

L = Longitud del surco (m)

Ejercicio 8:

Si en un extremo del surco la altura es de 48.80 m y en el otro de 48.10 m., la diferencia de altura es de 0.70 m. Si, además, el surco es de 80 m de largo, la pendiente, será:

$$I = \frac{0.7 \text{ m} \times 100}{80 \text{ m}} = 0.88 \%$$

Para evitar la erosión, se debe calcular el flujo máximo no erosivo, mediante la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{0.63}{I}$$

Dónde: Q = Caudal (l/seg)
I = Pendiente del surco (%)

Ejercicio 9:

Si la pendiente del surco es del 0.40%, calcular el caudal no erosivo. 2.25 para calcular en m^3/h .

$$Q = \frac{2.25}{0.40 \%} = 5.6 \text{ m}^3/h$$

El caudal requerido es igual al del surco en metros cúbicos por el número de surcos por Ha. El número de surcos por Ha se calcula a partir de:

$$N = \frac{10000}{L \times D}$$

Donde:

N = Número de surcos por hectárea

10000 = número de m^2/ha

L = Longitud del surco (m)

D = Distancia entre surcos (m)

Ejercicio 10:

Si el largo del surco es de 125 m y la distancia entre ellos es de 1.25 m, el número de surcos por hectárea será de:

$$N = \frac{10000 \text{ m}^2}{125 \text{ m} \times 1.25 \text{ m}} = 64 \text{ surcos/ha}$$

La cantidad o caudal en m^3 /surco es igual a:

$$q = \frac{Q \times L \times D}{10000}$$

Donde:

q = Cantidad de agua en el surco (m^3)

Q = Cantidad de agua requerida en la irrigación (m^3/ha)

L = Longitud del surco (m)

D = Distancia entre surcos (m)

$$10000 = \text{m}^2/\text{ha}$$

Ejercicio 11:

Si la irrigación requerida es de $1.200 \text{ m}^3/\text{ha}$, la longitud del surco de 125 m y la distancia entre surcos de 1.25., la cantidad de agua por surco será:

$$q = \frac{1.200 \times 125 \times 1.25}{10.000} = 18.75 \text{ m}^3/\text{surco}$$

Si se relaciona la irrigación requerida con el número de surcos por hectárea, también se obtiene la cantidad de agua por surco en m^3 .

$$q = \frac{1.200 \text{ m}^3}{64 \text{ surcos}} = 18.75 \text{ m}^3 / \text{surco}$$

Esta cantidad de agua se aplica en dos diferentes flujos: humedecimiento y saturación.

2.4 Riego a presión

Se considera como un sistema moderno de riego, caracterizado por llevar el agua a través de conductos cerrados (tuberías) a una determinada presión producida ya sea por energía mecánica (motor) o por diferencia de altura (gravedad). Entre los principales sistemas de riego a presión se consideran al: riego por aspersión, micro-aspersión y goteo o localizado.

2.4.1 Riego por aspersión



Figura 2.20. Riego por aspersión¹⁹

Este método de riego presurizado consiste en aplicar gotas de agua en forma de lluvia más o menos intensa y uniforme sobre el suelo, con el objeto de que infiltre en el mismo punto donde cae, como se observa en la Figura 2.20

El riego por aspersión tiene su inicio a comienzos del siglo XX. En un principio, los aspersores fueron utilizados en jardines ornamentales y, de allí, pasó la aspersión a las plantaciones de árboles frutales y a los cultivos de campo. El impulsor del desarrollo de la aspersión fue la necesidad de regar nuevas superficies, las cuales, no era posible regar

¹⁹ Imagen tomada de la página Web https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/estacionario1_tcm30-103130.jpg

utilizando el riego por surcos o por inundación, como por ejemplo terrenos ubicados en un nivel más elevado que las fuentes de agua, pendientes escarpadas y parcelas atravesadas por un gran número de hondonadas.

El desarrollo del transporte de agua por tubos livianos fabricados por materiales tales como hojalata, aluminio o plástico, condujo a un incremento en el uso de la aspersión en todos los cultivos. Con el correr del tiempo, se desarrollaron numerosos métodos de aspersión, de acuerdo a las condiciones y necesidades; como, por ejemplo: equipos de aspersión portátiles con traslado manual o mecanizado; aspersión fija estacional o permanente, por encima del follaje o por debajo del mismo, con distintos niveles de presión y descarga.

En la aplicación de este sistema, el agricultor debe considerar sus ventajas e inconvenientes:

2.4.1.1 Ventajas y desventajas del sistema.

Ventajas:

- ✓ Es adaptable a todo tipo de medidas y topografía del terreno
- ✓ Se consigue una alta uniformidad en la aplicación de agua, sin pérdida por percolación profunda
- ✓ Se adapta muy bien a suelos muy permeables (arenosos) o muy impermeables (arcillosos)
- ✓ No requiere nivelación, lo que permite mantener la fertilidad natural que posee el suelo
- ✓ Se elimina el peligro de erosión de los suelos
- ✓ Existe un amplio espectro de tasa de aspersión (intensidad de precipitación), la cual es posible modificar adaptándola a la capacidad de infiltración del suelo
- ✓ Es posible aplicar fertilizantes solubles en el agua, herbicidas, insecticidas y fungicidas
- ✓ Medición de las cantidades de agua a aplicar en forma cómoda y exacta

- ✓ Muy eficaz en el lavado de sales puesto que el agua se mueve en el suelo en un estado de sub-saturación, circulando por los poros más pequeños en mayor contacto con la solución del suelo
- ✓ Se puede utilizar para proteger cultivos contra las heladas y contra las temperaturas excesivas que puedan reducir la cantidad y calidad de las cosechas
- ✓ Se evita la contaminación del agua al llevarla por tuberías
- ✓ La automatización de este sistema permite la reducción de mano de obra en la operación
- ✓ Es aplicable a la gran mayoría de cultivos, especialmente a: frutales, hortalizas y pastizales, etc.

Desventajas

- ✓ Altos costos de instalación inicial y en la operación
- ✓ Para el funcionamiento del sistema es necesaria presión, lo cual significa inversión de energía
- ✓ El principal problema que se tiene para aplicar este sistema es el viento que distorsiona la forma de distribución del agua y hace que esta no sea uniforme
- ✓ Puede producir problemas de plagas y enfermedades
- ✓ El riego bajo condiciones de vientos fuertes, provoca una mala distribución del agua y el arrastre de las gotas de agua hacia el exterior del terreno regado
- ✓ Puede lavar productos sanitarios aplicados, por lo que se recomienda una buena programación
- ✓ Pérdidas de agua por evaporación desde la superficie del terreno durante el riego
- ✓ El equipo de aspersión, el estado de riego, y la forma de humedecimiento en algunos casos pueden molestar en la realización de otros tratamientos agronómicos como: cosechas, fumigación, labores del suelo y otros
- ✓ La aspersión por encima del follaje puede aumentar los daños causados por enfermedades de las plantas y el lavado de los materiales fumigados. Cuando se utilizada agua de baja calidad, se puede provocar el quemado y la caída de las hojas.

2.4.1.2 Componentes del sistema de riego por aspersión.

En la Figura 2.21 se observan los componentes que integran un sistema de riego por aspersión: La fuente de abastecimiento de agua, cabezal de control, unidad de bombeo, dispositivos de medición, accesorios, tanque fertilizador, filtros, tuberías y aspersores.

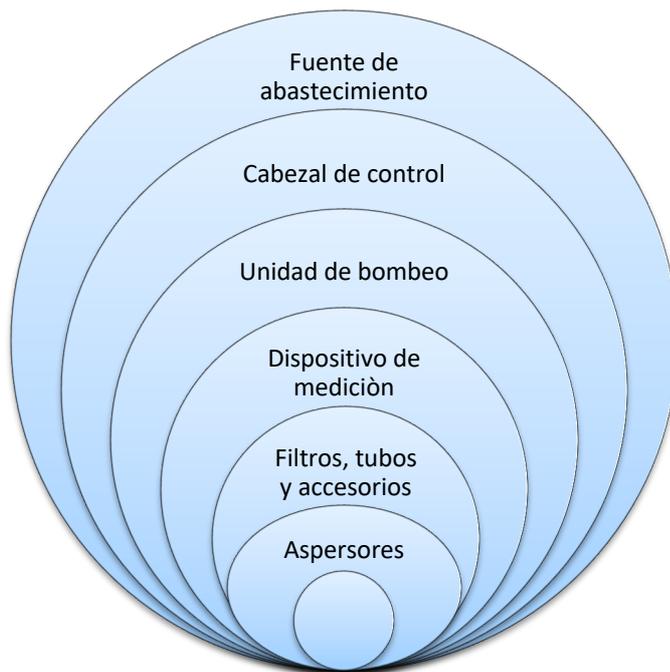


Figura 2.21. Componentes del sistema de riego por aspersión

➡ Fuente de abastecimiento

Este puede ser un pozo profundo, canal, estanque, un reservorio artificial o cualquier otra forma que garantice un gasto constante o el volumen necesario de agua para regar una superficie determinada, (Figura 2.22).



Figura 2.22. Reservorio de agua para riego basado en ABM. Geosintéticos y Sistemas Riego (2010)

➡ **Cabezal de control**

Acondiciona el agua, combinándole fertilizantes, filtrándola y enviándola a la red de tuberías con la presión y caudal necesarios, el cabezal de control consta de: la unidad de bombeo, dispositivos de medición dispositivos de seguridad, accesorios, tanque fertilizador y filtros, como se muestra en la Figura 2.23.

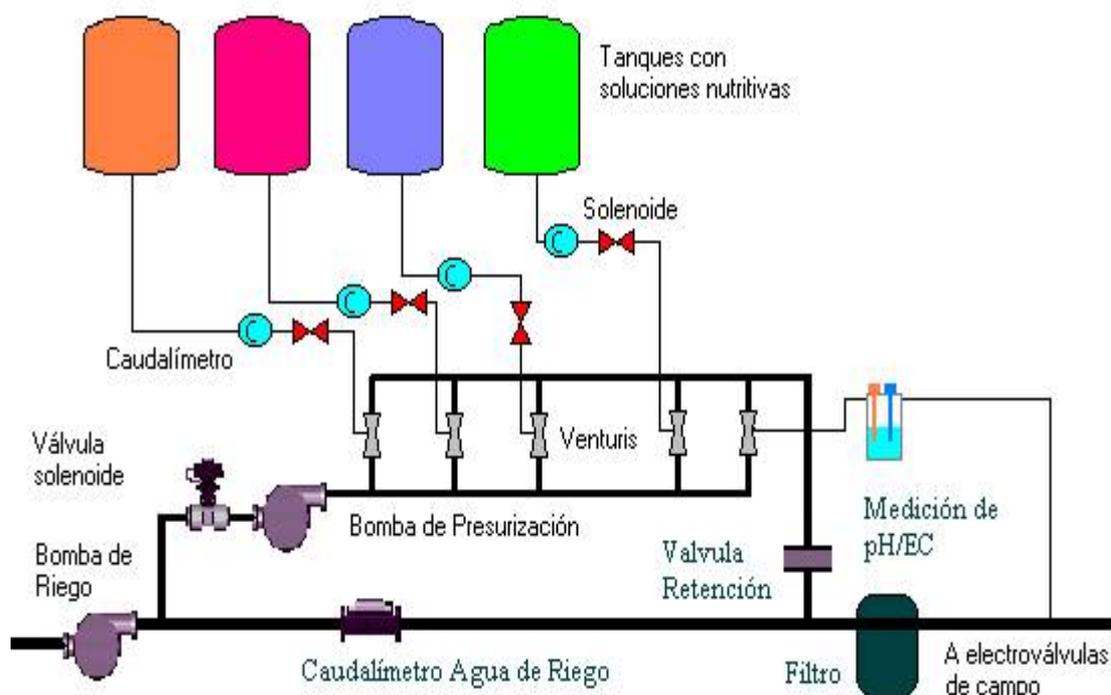


Figura 2.23. Cabezal de riego²⁰

➡ **Unidad de bombeo**

Es la fuente de energía que proporciona la presión de operación al sistema, está constituida por el motor y la bomba, (Figura 2.24). El motor puede ser eléctrico o de combustión interna y la bomba puede ser centrífuga, sumergible o todo tipo de turbina vertical.



Figura 2.24. Unidad de bombeo para riego²¹

➡ **Dispositivos de medición**

Son el medidor volumétrico y el manómetro (Figura 2.25) que se encargan de registrar la cantidad de agua utilizada durante el riego y la presión de operación del sistema, así como

²⁰ Imagen tomada de la página web: <https://storage.googleapis.com/portalfruticola/2016/12/index.3.jpg>

²¹ Imagen tomada de la página web https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTJu9ww_T4rMZ_-wcCp_oFEB9P1Lrts0td60w&usqp=CAU

los cambios de presión por el mal funcionamiento de algún componente del sistema respectivamente.

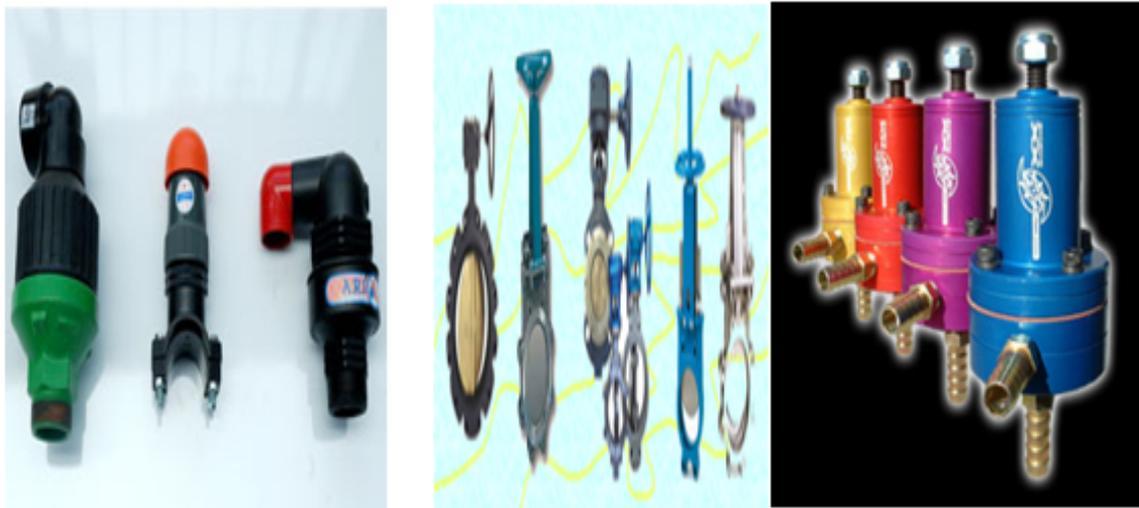


Medidor de caudal

Manómetros

Figura 2.25. Dispositivos de medición

➡ Dispositivos de seguridad



Válvulas de aire

Válvulas check

Reguladores de presión

Figura 2.26. Dispositivos de seguridad

Son elementos indispensables que previenen daños a los sistemas y entre estos tenemos: las válvulas check o retención, válvulas de aire (alivio) y los reguladores de presión (Figura 2.26).

➡ **Accesorios**

Los accesorios del cabezal están formado por: válvulas, llaves de paso, reducciones de campana, bushing, acoples, tees, codos y tuercas de unión, algunos de ellos representados en la Figura 2.27. Estas piezas permiten regular la presión y distribución del agua, hacer los cambios de los diámetros de acuerdo a la salida seleccionada y hacer las conexiones necesarias para dar forma al cabezal. El material de construcción de estas piezas es a base de metal negro galvanizado o bronce.



Figura 2.27. Accesorios para riego

➡ **Tanque fertilizador**

Es un componente esencial en los equipos de riego a presión, ya que facilita la aplicación del fertilizante, haciéndose a través del sistema. El tanque puede ser de cierre hermético o abierto y consta de una entrada y una salida interconectada a la dirección del flujo. La entrada permite el paso del agua para llenar y disolver en el tanque y la salida permite el paso de la solución hacia los cultivos, figura 2.28.



Figura 2.28. Tanques para fertilización²²

➔ **Filtros**

Su función es dejar libre de residuos orgánicos el agua de riego con el fin de evitar obstrucciones en el sistema y principalmente en las boquillas de los aspersores; en la Figura. 2.29 se representan algunos de ellos. Su utilización es menor en el método de riego por aspersión que en el de goteo debido a la mayor área de paso en las boquillas que en los goteros. En el método de riego por aspersión su utilización estará condicionada al tipo de fuente y calidad de agua.



Filtros de anillos y mallas **Filtros de arena y grava** **Filtros de Hidrociclón**
²² Imagen tomada de la página web:
https://www.novagric.com/images/riego/Materiales/Pie_de_Pagina/Abonadoras/abonadoras-fertirriego.jpg

Figura 2.29. Filtros

➡ **Tubos y accesorios**

Considerando su posición y función de un sistema de riego por aspersión se puede encontrar los siguientes tipos de tuberías y accesorios: tuberías de conducción o abastecimiento, tuberías de distribución, líneas regantes o laterales y accesorios para los tubos, ver figura 2.30.



Figura 2.30. Sistema de tuberías²³



Tubería de conducción o abastecimiento

Es el conjunto de tubos que lleva el agua desde la fuente de abastecimiento a las líneas de distribución. El material de construcción de los tubos es de asbesto cemento, cloruro de polivinilo (PVC) y hierro galvanizado cuando va enterrado y el aluminio cuando es superficial. Sus diámetros varían desde 15-40 cm y se fabrican en tramos de 3, 6, 9 y 12

²³ Imagen tomada de la página web: https://www.iagua.es/sites/default/files/styles/thumbnail-830x455/public/tuberia-agua-pvc.jpg?itok=_8QCvg8u

m. También se le conoce como tubería principal. En sistemas pequeños puede no existir esta tubería, siendo la de distribución la que también desarrolla la función de conducción.



Tubería de distribución

Es el conjunto de tubos que unen a la tubería de conducción con las regantes o laterales. El material de construcción de los tubos es el mismo empleado en los de conducción, pero se utilizan más los de PVC y de aluminio.

Sus diámetros varían de 10-20 cm. también se le conoce como tubería sub-principal.



Líneas regantes o laterales

Son los tubos que llevan los aspersores y se localizan directamente en el área de riego.

La construcción de estos tubos es a base de materiales livianos como el aluminio y el polietileno, para facilitar su movimiento, principalmente en sistemas portátiles. Los diámetros de los tubos en sistemas portátiles varían de 5 a 10 centímetros.



Accesorios para los tubos

Entre ellos están los acoples, codos, tees, válvulas, hidrantes, reducciones, empaques, tubos elevadores, tapones, etc.



Aspersores



Figura. 2. 31. Aspersores para riego

Los aspersores son los aparatos que distribuyen el agua (Figura 2.31), a través de una boquilla por donde sale un chorro a presión el agua sobre el terreno en forma de lluvia, girando sobre su eje vertical. Los de chorro rotativo son empleados en agricultura y se subdividen en dos grandes grupos: aspersores de giro rápido y de giro lento. Los del primer grupo sólo se utilizan en jardinería, invernaderos, pequeñas parcelas, etc.

Los de giro lento son los más empleados en el riego agrícola. Entre estos los más conocidos son los de choque o impacto. Su rotación se realiza porque el chorro de agua incide sobre un brazo, provisto de un muelle recuperador que hace girar el aspersor de forma intermitente, mediante sucesivos choques. Pueden tener una o dos boquillas, siendo más empleados en agricultura los del segundo tipo, por su mayor alcance, debido al diámetro más grande de la boquilla que no provoca el giro.

Los aspersores se componen de tres partes principales: base, cuerpo y martillo que están representados en la Figura 2.31, y que según el tipo de aspersor tienen otras partes adicionales.



Figura 2.31. Componentes de un aspersor

La base permite la entrada de agua, conecta con el tubo elevador y permite el movimiento libre de las otras partes que componen el aspersor. El cuerpo realiza la salida o distribución del agua, amortigua el golpe del martillo al absorberlo y lleva el eje para el

acople del martillo. El martillo provoca el movimiento del aspersor y distribuye el agua cerca y lejos.

Existen diversas clasificaciones y tipos de aspersores, aquí se tomarán en cuenta, su principio de movimiento, su uso, presión y descarga:

Según el principio de movimiento

Según el principio de movimiento, existen cuatro tipos de aspersores:

- **Trompo:** Funciona de acuerdo al principio de “momento”. El chorro del agua que sale del extremo del ala, causa el movimiento giratorio en el sentido contrario, a una velocidad relativamente alta. El trompo puede tener una, dos o más boquillas. Su estructura es simple y funciona con presiones bajas. Su alcance no es grande. Se utiliza en especial para el riego de plantaciones de árboles frutales y jardines.
- **Turbo-martillo:** El chorro de agua hace girar una rueda, la cual moviliza el martillo y causa el movimiento del aspersor, son de material plástico y se utiliza para el riego de plantaciones de árboles frutales y jardines, poseen descargas pequeñas.
- **Hélice:** El chorro de agua choca contra la hélice que gira alrededor de su eje a alta velocidad causando el movimiento giratorio del aspersor. La hélice provoca la deflexión del chorro en gotas muy pequeñas, lo que produce una intensidad de precipitación muy baja. Está formado por pocas piezas que en su mayoría están producidas de material plástico. Se utiliza en equipos fijos para cultivos de campo.
- **Mini-aspersor:** El chorro de agua choca en una pieza espiralada, en la cual existe una o dos ranuras, causando un giro rápido que dispersa el agua. El mini-aspersor es de material plástico, de dimensiones y descargas pequeñas. Se utiliza en la aspersión fija de plantaciones de árboles frutales y jardines.

Según su uso

Existen los aspersores con ángulo bajo de lanzamiento del chorro de agua, utilizados para la aspersión por debajo del follaje, representado en la Figura 2.32.



Figura 2.32. Aspersor sub foliar²⁴

Los Aspersores tipo “cañón” se utilizan en el riego de cereales y forrajes, utilizan espaciamientos grandes y cubren grandes superficie en turnos de riego, ver figura 2.33



Figura 2.33. Aspersor gran cañón

²⁴ Imagen tomada de la página web https://www.senninger.com/sites/senninger.hunterindustries.com/files/styles/product_header_single_image_style_2/public/smooth-drive-sprinkler.jpg?itok=RKaqAnqU

Los aspersores sectoriales se utilizan en el riego de semicírculos en los bordes del campo, a fin de evitar desperdicios de agua. La Figura 2.34 representa este tipo de aspersor.



Figura 2.34. Aspersor sectorial

En praderas y jardines se instalan por debajo de la superficie aspersores con auto-elevación (pop-up) cubiertos con una tapa (Figura 2.35). Cuando se abre el grifo, el aspersor se eleva y funciona, descendiendo con la finalización del riego.



Figura 2.35. Aspersor sumergible basado en Aquaflex (2011)

Existe otro grupo de aspersores regulados que se muestra en la Figura 2.36, con un mecanismo para mantener una presión o una descarga fija, disponen de un regulador de presión o descarga en la base del aspersor, en la boquilla o en el cuerpo del aspersor.



Figura 2.36. Aspersor auto regulado

Los aspersores de acuerdo al nivel de presión óptima para su funcionamiento se clasifican en:

- ▶ Presión baja, de 25 – 35 PSI, es apta para los aspersores tipo “trompo”, “turbo-martillo” y “mini-aspersor”.
- ▶ Presión mediana, de 35 – 60 PSI. Es apta para los aspersores tipo “martillo” y tipo “hélice”.
- ▶ Presión alta, por encima de los 60 PSI, se acostumbra a utilizar para los aspersores tipo “cañón” y aspersores “martillo” de gran tamaño.

▶ **Espaciamiento y superposición de los aspersores**

El espaciamiento entre laterales y aspersores, se fija de acuerdo al tipo de aspersor, sus boquillas, condiciones de viento, nivel de presión y ángulo de chorro (Figura 2.37). Se requiere un mínimo de 84% de uniformidad de distribución para tiempo tranquilo, el

espaciamiento entre laterales será superpuesto a 60% del diámetro de alcance. Bajo condiciones de viento, el espaciamiento será de 40 por ciento; para reducir costos de materiales y de mano de obra. Existen diferentes formas de espaciamiento.

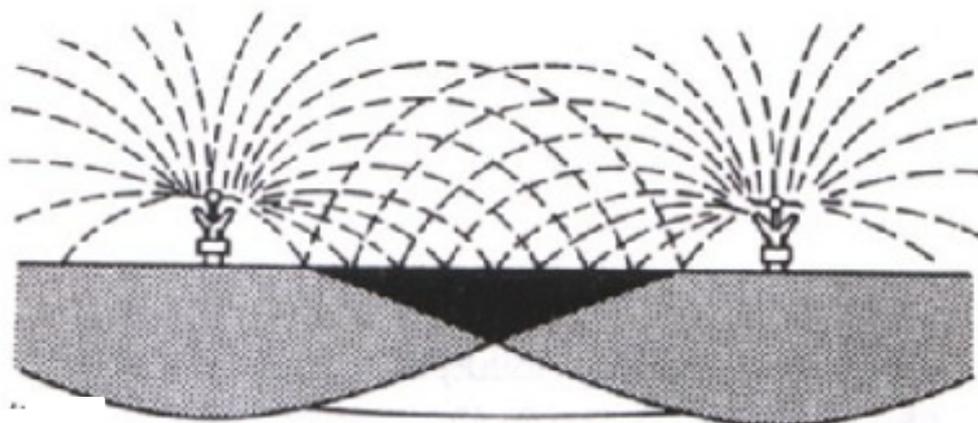


Figura 2.37. Espaciamientos y traslapes basado en Ingeniería de Servicios (2011)

La disposición cuadrada indica la misma distancia entre laterales y entre aspersores. Espaciamientos a 24 x 24 m y más, son problemáticos por sus “manchas secas” en el centro entre cuatro aspersores. La disposición triangular indica la posición alternada de aspersores entre dos laterales. Está recomendada sólo para condiciones limitantes de presión. La disposición rectangular indica una distancia mayor entre laterales y una distancia menor entre aspersores. Compensa en condiciones adversas y asegura una eficiencia más alta de riego. Las más comunes son de 18 x 12 m, de 15 x 12 m y de 15 x 9 metros.



Elección de los aspersores

En la elección de los aspersores son considerados los siguientes factores: cultivo, tipo de suelo, calidad del agua, hábitos de riego, condiciones de suministro del agua (presión, descarga, horarios), mano de obra, cálculo económico, y otros.

Por otro lado, son tomadas en cuenta las características del aspersor, como, por ejemplo: calidad de la distribución, el entorno de presiones y descargas en las cuales trabaja, el funcionamiento en condiciones de viento, y otros.

Además, en la elección del aspersor se debe considerar las publicadas por instituciones autorizadas y por los fabricantes. Los datos son publicados en revistas técnica y catálogos de los fabricantes.

En la Tabla 2.8 se observan los datos son detallados para cada aspersor y comprenden: diámetro de las boquillas de salida del agua (mm), presión de trabajo (m.c.a o atmósferas), descarga (m³/h o lt/h), diámetro de alcance del chorro de agua (m), precipitación horaria (mm/hr), para distintos espaciamientos entre los aspersores.

Tabla 2.8. Características técnicas de aspersores con una boquilla

254		Una boquilla			Pr(mm/hr) espaciamiento en metros					
Boquilla (mm)	P (bar)	Q (m ³ /hr)	D (m)	12	12	12	18	18	24	
				X	X	X	X	X	X	
				12	18	24	18	24	24	
5.0	3.5	1.78	36	12.3	8.2	6.3	5.5	4.1	3.0	
	4.0	1.90	37	13.1	8.7	6.7	5.9	4.4	3.2	
	4.5	1.99	38	13.7	9.2	7.0	6.1	4.6	3.4	

Características técnicas de aspersores con dos boquillas

254		Dos boquillas		Pr (mm/hr) – espaciamiento en metros					
Boquillas (mm)	P (bar)	Q (m ³ /hr)	D (m)	12	12	12	18	18	24
				X	X	X	X	X	X
				12	18	24	18	24	24
5.0 x 3.2	3.5	2.43	36	16.8	11.2	8.5	7.5	5.6	-
	4.0	2.58	37	17.8	11.9	9.0	8.0	5.9	-
	4.5	2.71	39	18.7	12.5	9.5	8.4	6.2	-

2.4.2 Riego por micro aspersión

Es el método por el cual el agua es transportada desde el cabezal hasta los emisores y a través de ellos al cultivo. Estos emisores cumplen la función no solo de proveer agua al cultivo sino también de mantenimiento de microclima, es una tecnología que utiliza emisores de muy baja descarga, (Figura 2.38).



Figura 2.38. Riego por microaspersión²⁵

En el riego por micro emisores, el agua se aplica sobre la superficie del suelo en forma de lluvia muy fina, mojando una zona determinada que depende del alcance de cada emisor. Está indicado tanto para cultivos leñosos como para cultivos herbáceos de distinto marco de plantación.

Su objetivo principal es el aplicar, en forma similar a la lluvia, la lámina de agua requerida, cubriendo menos del 100% de la superficie del terreno con la mayor uniformidad posible de distribución, generalmente sin traslape entre aspersores contiguos.

No existe una definición absoluta para distinguir entre los aspersores convencionales y aquellos que se emplean en micro irrigación. Sin embargo, se puede mencionar que se consideran micro emisores todos aquellos con una descarga entre 25 y 400 lb/hr, incluyendo en esta categoría a los micros rociadores, nebulizadores y micro aspersores.

²⁵ Imagen tomada de la página web: <http://viveroarguello.com.ar/wp-content/uploads/2016/10/riego-por-micro-aspersion-768x576.jpg>

2.4.2.1 Ventajas y desventajas del sistema.

Ventajas

- Economía de agua en huertos de frutales en riego individual por árbol.
- Adaptación del Patrón de humedad al desarrollo del follaje del árbol, llegando al 70 % del área del distanciamiento de la plantación.
- Control del radio de humedad a través del intercambio de boquillas, elementos giratorios, distribuidores, ángulo (positivo y negativo) del emisor.
- Control económico de malas hierbas, en razón de que la mayoría del área húmeda es bajo la sombra del árbol y así con poca maleza.
- No interfiere a la realización de obras culturales. Los caminos quedan secos.
- Posibilidad de riego durante las 24 horas del día, debido a que el follaje de los árboles reduce la influencia del viento.
- Sistema fijo: requiere poco trabajo.
- Evita el humedecimiento del follaje de los árboles en riego subarbóreo con ángulo horizontal del emisor.
- Ahorro de energía, funciona a presiones de trabajo de 14 – 20 m (20 – 28 PSI).
- Demandas de flujo - Caudal específico bajo, con caudal (gasto) de emisor de 70 lt/hr, por ejemplo, con 417 emisores/ha. La cuota de riego simultánea es $30 \text{ m}^3/\text{hr}/\text{ha} = 8 \text{ lt}/\text{seg}/\text{ha}$ versus $70 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}/\text{ha} = 19 \text{ lt}/\text{seg}/\text{ha}$ en riego por aspersión, o sea que existe la posibilidad de regar áreas grandes simultáneamente.
- Cuota de riego baja con una secuencia de 6-12 turnos por ciclo de riego, con descargas de emisor de 35 – 70 l/h., la cuota del caudal específico es $2.4 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}/\text{ha} = 0.67 \text{ l}/\text{seg}/\text{ha}$, o sea que existe la posibilidad de regar áreas grandes desde una fuente de agua con caudal determinado.
- Control de distribución de agua, del tamaño de las gotas, mecanismos dinámicos y amortiguadores de velocidad que evitan la formación de neblina e influyen sobre la uniformidad de riego.

- Control de la precipitación horaria. A través de la adaptación del caudal del micro emisor a la capacidad de infiltración del suelo, se evitan las pérdidas de agua por escurrimiento.
- Control visual de funcionamiento. Comparado a goteros menor número de emisores y mejor visión a distancia.
- Menos riego de obstrucción. Comparando a goteros el mantenimiento de los emisores es más fácil.
- Alta gama de funcionamientos y usos – versatilidad. En riego local, planta (árbol individual) por arriba y por debajo del follaje, en posición normal e invertida y en superposición en hortalizas, frutales, jardín e invernadero.
- Control de microclima para proteger contra las heladas, altas temperaturas y humedad relativa baja.
- Alta gama de conexiones y combinaciones de adaptación, versatilidad.

Desventajas

- ◆ Limitaciones en cultivos de campo. Sistema estático, fijo y caro comparado con el sistema de aspersión móvil.
- ◆ Sujeto a daños mecánicos por máquinas, trabajadores y animales, pájaros, etc.
- ◆ Sensibilidad a la posición vertical de trabajo para garantizar buen funcionamiento.
- ◆ Interfiere al funcionamiento, por el crecimiento de mala hierba. Se requiere mayor preocupación de mantener el espacio del emisor limpio de maleza.
- ◆ Problemas de interrupción por insectos, arañas, etc., las cuales penetran al emisor.
- ◆ Humedecimiento del tronco del árbol, causando enfermedades y pudrición.
- ◆ Sensibilidad al viento, especialmente en áreas abiertas y en huertos jóvenes.

2.4.2.2 Tipos de micro aspersores.

Entre los principales, se anotan los siguientes: Micro – nebulizador, emisor con deflector fijo; Micro – jet, emisor con deflector fijo y; Micro – aspersor, emisor con rotor giratorio (rotor o bailarina).

Micro – nebulizador

En los nebulizadores su operación es estática. Se caracteriza porque sus gotas son muy finas y la presión necesaria es mayor. El diámetro humedecido es menor en comparación con los demás emisores. Las boquillas son bastante pequeñas, por lo que el riesgo de obstrucción se aumenta. Su uso se basa en el mantenimiento de un ambiente húmedo más que para el riego mismo, ya que puede servir para controlar el microclima y protege contra heladas y altas temperaturas.

- Este produce una niebla muy fina por medio de un deflector plano, estático y boquilla de diámetro reducido.
- Trabaja a una presión elevada (arriba de 35 PSI).
- Su uso es corriente en invernaderos, tanto para reducir la temperatura ambiental como para elevar la humedad relativa.
- También se han utilizado para reducir la temperatura en gallineros
- Su operación es estática sin partes móviles.
- Las gotas que forman son de tamaño pequeño a mediano con las cuales logra mejorar un diámetro hasta cuatro metros.
- La presión de trabajo oscila entre 20 y 30 PSI.
- La precipitación horaria es variable y puede ser de 5 -6 mm/h.

Micro – jet

Este se caracteriza por su deflector fijo y su diámetro reducido de cobertura, su deflector, en vez de ser liso posee unas pequeñas ranuras, trabaja a presiones aproximadas entre 20 y 30 PSI. Además, se transforma en nebulizador con sólo instalar una boquilla de

diámetro reducido y elevar la presión de trabajo. Se recomienda usarlos en huertos jóvenes, como se observa en la figura 2.39



Figura 2.39. Micro jets estáticos

➡ Micro aspersor

Su operación es de forma dinámica, o sea que cuenta con partes móviles, generalmente con un distribuidor rotatorio, permiten el control y variación del diámetro de humedad con y sin cambiar el caudal del emisor, su patrón de humedad es amplio, hasta 10 m y existe la posibilidad de reducir la precipitación horaria a 2 mm/h. La presión de trabajo oscila entre 20 y 30 PSI. Las gotas de agua son mayores que las emitidas por un micro-jet a la misma presión. Suelen tener protección contra insectos, tiene un deflector giratorio, llamado rotor, en lugar del deflector estático, mayor diámetro de cobertura, menor tasa de precipitación, mayor tamaño de gota, mejor distribución del agua, el rotor pequeño produce un diámetro de cobertura de 4 a 6m para uso en frutales de medianas dimensiones como los cítricos. El rotor grande cubre un diámetro de 7 a 10m y se instala un rotor anti-insectos cuando existe peligro de que penetren insectos en el aspersor, (Figura 2.40).



Figura 2.40. Micro-aspersores²⁶

Su uso se recomienda para árboles grandes, dotando a cada árbol de uno, dos o más emisores según su demanda hídrica y mojando o no el 100% del sector de riego.

2.4.3 Riego por goteo o localizado

El primer sistema de riego por goteo fue establecido en 1959 cuando la familia de Blass en el Kibboutz Hatzetim creó una compañía de riegos llamada Netafim. A continuación, desarrollaron y patentaron el primer emisor exterior de riego por goteo. Este método muy perfeccionado se ha desarrollado en Australia, en América del Norte y en América del Sur hacia el fin de los años 60.

Se puede definir al sistema de riego por goteo como un sistema de humedecimiento limitado del suelo, en el cual se aplica el agua únicamente a una parte del volumen del suelo ocupado por el cultivo. El volumen húmedo acomoda el sistema radicular de la planta, de modo que, en diferentes suelos, o con goteros de diferente descarga, o variando

²⁶ Imagen tomada de las páginas web: <http://www.agroplast.es/images/2017/2017-microasporador-foto-web.jpg>. <https://unl.edu.ec/sites/default/files/noticia/2019-06/FOTO-25.jpg>

la distancia entre los goteros, la frecuencia del riego, etc., varía también la forma del sistema radicular, (Figura 2.41).



Figura 2.41. Riego por goteo²⁷

El sistema de riego por goteo se basa en una tubería de agua (el lateral), en el cual están insertados los goteros. La unidad de riego es el gotero, el cual aplica el agua gota por gota.

Alrededor de cada gotero se forma una zona de suelo húmedo, denominado “bulbo” o “cebolla”, por su forma característica. Dentro de dicho bulbo se forman tres zonas con distinto contenido de agua y de aire:



La zona saturada – debajo y alrededor del gotero, zona en la que existe un exceso de agua y falta de aire.



La zona de equilibrio – en la cual existe una relación óptima entre el agua y el aire.

²⁷ Imagen tomada de la página web: http://equipwatersistem.com/assets/public/images/catalog/prod_210.jpg?1453168914



La zona seca – donde existe un déficit de humedad y un máximo de aire.

2.4.3.1 *Ventajas y desventajas del sistema.*

Ventajas



Distribución exacta del agua. Los requerimientos de agua para riego son menores con goteo que con los otros métodos.



Flexibilidad de aplicación. Permite variar y fijar el intervalo, la duración de riego, aumentar el número de goteros sobre el lateral y variar la lámina aplicada de acuerdo con el déficit de agua.



Adaptación a condiciones de viento. Una de las ventajas más pronunciadas del riego por goteo, es que es posible regar durante las horas con más viento.



Explotación de suelos problemáticos. El goteo humedece el suelo y su capacidad de lavar las sales hacia la periferie del “bulbo”.



Nutrición de plantas. La aplicación frecuente de fertilizantes con el agua de riego, crea condiciones óptimas para el desarrollo del cultivo que se manifiesta en rendimientos elevados, demostrando el potencial del cultivo.



Limitaciones de caudal horario. Se tiene por ejemplo, un caudal de $50 \text{ m}^3/\text{h}$ como factor limitante en la operación del sistema.



Con riego por goteo.- Se pueden activar 25.000 goteros de 2 l/h cada uno ($25.000 \times 2 = 50 \text{ m}^3$). Una hectárea de cultivos de campo (maíz, algodón) requiere 5.000 goteros/ha. Por lo tanto, el área regada en cada posición es de 5 has., o sea, una superficie 7.7 veces mayor que bajo aspersión.



El error humano. Siempre existe la posibilidad de demoras, agregando horas de riego excesivas.



Lotes irregulares. Son mas facil de instalar un sistema de riego por goteo, donde cada lateral de goteo es de la longitud del surco.



Problemas fitopatológicos. El riego por goteo disminuye problemas fitopatologicos al poder aplicar fumigaciones y fertilizantes.



Acceso de maquinaria y transporte. El hecho que el goteo no causa escurrimiento y drenaje, facilita muchísimo el mantenimiento de los caminos. Además, en la mayoría de los casos es posible fumigar al mismo tiempo que se riega.



Cronograma de riego equilibrado. Es sumamente fácil mantener un régimen de riego uniforme..

Desventajas



La inversión inicial. Es sumamente alta y requiere un análisis económico del cultivo. En función de: La contribución del goteo al rendimiento en Kg/ha; la contribución del goteo a la mejor calidad del producto; y al precio unitario del producto.



El problema logístico. Los cultivos de campo requieren 5.000 m de tubería por ha.; Las hortalizas alrededor de 10.000 m /ha. y más; Las fresas y las flores necesitan 20.000 m/ha.



Filtración de agua. El diámetro de los canales de agua dentro de los goteros varían, el costo de los filtros puede constituir el 5 – 20% del precio de la inversión.



La Fauna. El problema de daños causados por animales, roedores y pájaros carpinteros, es considerable. A



Protección contra la erosión por el viento. Los suelos arenosos requieren mojar toda la superficie del suelo, lo cual está fuera de la capacidad del goteo.



El control visual. Es uno de los problemas sin solución del goteo. El éxito o el daño se notan por el comportamiento de la planta.



Lavado de sales. La eliminación de sales requiere un movimiento uniforme del agua hacia abajo. El goteo no puede cumplir con esta exigencia.

2.4.3.2 Tipos de goteros.

En la actualidad hay una gran diversidad de tipos de goteros, así como empresas productoras. La gran ventaja de los goteros radica en la exactitud de las descargas, su adaptabilidad a condiciones topográficas adversas. En nuestro país, la industria Israelí y de EE.UU., son las que han captado la mayor cantidad de áreas bajo riego a presión, entre ellos tenemos:

➡ **Gotero lateral (en línea)**

Es un gotero que viene provisto en ambos extremos con conexiones que tienen 2 ó 3 dientes. Para instalar el gotero, hay que cortar el lateral e insertar el gotero en el mismo (Figura 2. 41).



Figura 2.41. Gotero lateral²⁸

➡ **Gotero insertado (montado)**

Incluye una amplia gama de tipos de goteros (vórtice, diafragma, laberinto, laminar) cuya característica común es la forma de conexión sobre el tubo, algunos representados en la Figura 2.42.

²⁸ Imagen tomada de la pagina web: https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRvoxz6WaI46uLIZDxdpIXh-cq_2f5Z1gORMw&usqp=CAU



Figura 2.42. Goteros insertados

➡ Gotero integral

El gotero es componente integral de la tubería, fabricado o soldado durante la producción del tubo. Las dimensiones del tubo no están sujetas al standard y las especifica el fabricante (diámetro, espesor, presión, etc.). Figura 2.43. Para obtener una tubería lisa, el gotero es parte integral de la pared interior y nunca sobre el exterior de ésta. El sistema integral incluye goteros de diafragma, laberinto y perforados.



Figura 2.43. Gotero integral²⁹

En el riego por aspersión se definieron los componentes de los sistemas de riego a presión y que son los que se emplean en el riego por goteo, se considera importante anotar algunas

²⁹ Imagem tomada de la pagina web <https://www.metzer-group.es/wp-content/uploads/2016/10/lin-pips.png>

recomendaciones de carácter técnico que permitirían implementar un sistema de riego por goteo y conseguir una alta eficiencia en su operación.

2.4.3.3 *Prevención de obstrucciones.*

Las siguientes características constituyen medidas preventivas contra la obstrucción de los goteros:

-  Goteros con pasos de flujo anchos y profundos.
-  Descarga horaria nominal alta.
-  Goteros con diafragmas – la vibración provoca una cierta auto – limpieza.
-  Filtros de absorción y de profundidad - varios niveles de filtración.
-  Lavado automático de los filtros – por diferencia de presión.
-  Presión de trabajo elevada (1.5 – 2.5 atmósferas).
-  Laterales fijos previenen la separación de sedimentos de las paredes.
-  Sedimentación en reservorios.
-  Uso máximo de tuberías plásticas (P.E., P.V.C.).
-  Abstención del uso de aguas que contienen algas, azufre y hierro.
-  Empleo de fertilizantes ácidos.
-  Mantener el flujo laminar dentro de la tubería.

2.4.3.4 *Instrucciones para la adquisición de equipos.*

Obtener ofertas de distintas empresas sobre los siguientes datos:

-  Mapa de la disposición de la tubería sobre la parcela.
-  Cálculos hidráulicos.
-  Descarga nominal del gotero.
-  Nivel y grado de filtración.
-  Presión de trabajo recomendada.
-  Tubería de P.E(Polietileno) con marcas de identificación.

- Líneas de accesorios suministradas por el fabricante.
- Accesorios complementarios garantizados.
- Plazo de entrega.
- Condiciones de pago.
- Plazo de garantía.
- Supervisión de la instalación y del funcionamiento por parte de la empresa.

2.5 Programación del riego para los cultivos

El conocimiento y manejo de los sistemas suelo, agua, planta, y la aplicación de los factores del clima, han permitido el desarrollo y uso eficiente de los sistemas de riego. Con la aplicación de esta información se puede conseguir el aumento de la producción, el mejoramiento de la calidad de los productos y la seguridad ambiental.

La programación del riego está dirigida a conocer, “cuándo regar”, “cuánto regar”; Es decir, los momentos oportunos para aplicar el agua y las cantidades adecuadas de agua.

Una programación de riego puede basarse en tres aspectos fundamentales: factores del clima, humedad del suelo y el estrés hídrico del cultivo, aplicados en una variedad de métodos, como: Métodos directos (Tanque evaporímetro Clase “A”), métodos indirectos (Blanney-Criddle, Hargreaves, Penman, etc.); Humedad del suelo al tacto; Tensiómetros; Determinación de humedad a la estufa; Bloques de resistencia eléctrica (Bouyoucos); Sonda de neutrones; Dendrómetro.

Por lo extenso de los métodos, se aplicará un método directo basado en el clima y un método basado en el suelo. Estos métodos primeramente permiten calcular las necesidades de riego de los cultivos y luego se realiza la programación de riego, aplicados principalmente a sistemas de riego por aspersión, micro aspersión y goteo.

Las necesidades de agua de los cultivos, expresan el volumen de agua de riego por aplicar a fin de compensar el déficit de humedad del suelo durante el período vegetativo del cultivo.

2.5.1 La evapotranspiración de los cultivos

La evapotranspiración o uso **consuntivo**, representa la suma de la transpiración y de la evaporación. Por el proceso de la transpiración el agua absorbida por las raíces de las plantas es emitida por las hojas en forma de vapor de agua y reintegrada a la atmósfera.

El uso consuntivo del cultivo se expresa mediante la tasa de evaporación, ETc (mm/día) o (mm/mes), la cual depende, además de los factores del clima que afectan a la evaporación (la temperatura y la humedad del aire, el régimen de viento y la intensidad de la radiación solar), de las características fisiológicas de la cobertura vegetal y de la disponibilidad de agua en el suelo para satisfacer la demanda hídrica de la planta.

2.5.2 Coeficiente del cultivo – Kc

El coeficiente del cultivo, Kc, expresa la relación entre el uso consuntivo del cultivo en consideración, Etc, y la evapotranspiración del cultivo de referencia, Eto.

$$Kc = \frac{Etc}{Eto}$$

Por lo tanto:

$$Etc = Eto \times Kc$$

Donde:

Kc = Coeficiente del cultivo

Etc = Evapotranspiración del cultivo (mm/día)

Eto = Evapotranspiración del cultivo de referencia (mm/día).

El Kc está en relación a las características del cultivo y etapas de desarrollo del cultivo, no es constante durante las fases de su desarrollo: Inicialmente Kc es bajo; empero, con el desarrollo vegetativo de las plantas Kc aumenta hasta alcanzar un máximo. Posteriormente y con la senectud del cultivo, su valor disminuye.

2.5.3 Cálculo de las necesidades de riego

La necesidad de agua de riego es la cantidad de agua que debe aportarse a un cultivo para asegurar que recibe sus necesidades hídricas. Cuando el riego es la única aportación de agua de que se dispone, la necesidad de agua de riego será al menos igual a las necesidades hídricas del cultivo, siendo mayor cuando existen pérdidas (escorrentía, percolación, falta de uniformidad en la distribución, etc.), y menor cuando la planta puede satisfacer sus necesidades hídricas a partir de otros recursos (lluvia, reservas de agua en el suelo, etc.).

Para planificar los riegos, (frecuencia como la dosis), es necesario conocer las necesidades hídricas de los cultivos, es decir, la cantidad de agua que requieren para un desarrollo óptimo. Dichas necesidades se miden en mm/día y van a depender en cada momento de diversos factores: condiciones meteorológicas, características del suelo y del propio cultivo (especie, variedad, estado fenológico, adaptación al hábitat de cultivo, etc.), el sistema de riego a aplicar, el agua disponible en el suelo, la lámina de agua aprovechable, el porcentaje del área bajo riego, la programación del riego (precipitación horaria, del sistema de riego y su dosis, el intervalo, el ciclo y la lámina de riego. Para ello pueden emplearse diversos métodos, que requieren la medición de distintos datos climatológicos: Penman, Blaney-Criddle, medición de la radiación solar, medición de la evaporación en tanque evaporimétrico y, concretamente, de «Clase A».

2.5.4 Programación del riego empleando el Tanque Evaporímetro

Clase “A”

El tanque de evaporación- Clase “A” Estándar es un dispositivo que sirve para medir la cantidad de agua que se evapora a la atmósfera por efecto de la radiación solar, temperatura, velocidad del viento, humedad relativa, expresada en mm/día.

La tina de vaporación es circular, con 120.7 cm de diámetro y 25 cm de altura. Está construida de hierro galvanizado de 3 a 4 mm de espesor o de acero galvanizado de 2 a 3 mm.

Se sitúa sobre una plataforma de madera en forma de reja que se encuentra a 15 cm por encima del nivel del suelo. Debe estar a nivel. Una vez instalada, se llena con agua hasta 5 cm por debajo del borde y el nivel del agua no debe disminuir hasta más de 7.5 cm por debajo del borde.

El agua debe ser regularmente cambiada, al menos semanalmente, para eliminar la turbiedad.

Si el tanque es galvanizado, debe ser pintado anualmente con pintura de aluminio. Las tinas deben ser protegidas con mallas de seguridad para evitar el acceso de los animales. Es preferible que la estación se encuentre situada en el centro o dentro de grandes campos cultivados.

La tina debe de llenársela hasta una altura de 200 mm desde el fondo, y se toman lecturas de la altura del agua todos los días a la misma hora. La diferencia existente entre la altura del agua del día 1 y el día 2, es la Evaporación para el día 1 que viene expresada en milímetros por día (mm/día). La E_{to} se estima de acuerdo a la siguiente fórmula de la FAO.

$$E_{to} = E_{tan} \times K_{tan}$$

Donde:

E_{to} = Evapotranspiración del cultivo de referencia (mm/día)

E_{tan} = Evaporación media diaria del tanque evaporímetro Clase "A" (mm/día)

K_{tan} = Coeficiente del tanque, como se observa en la figura 2.44.

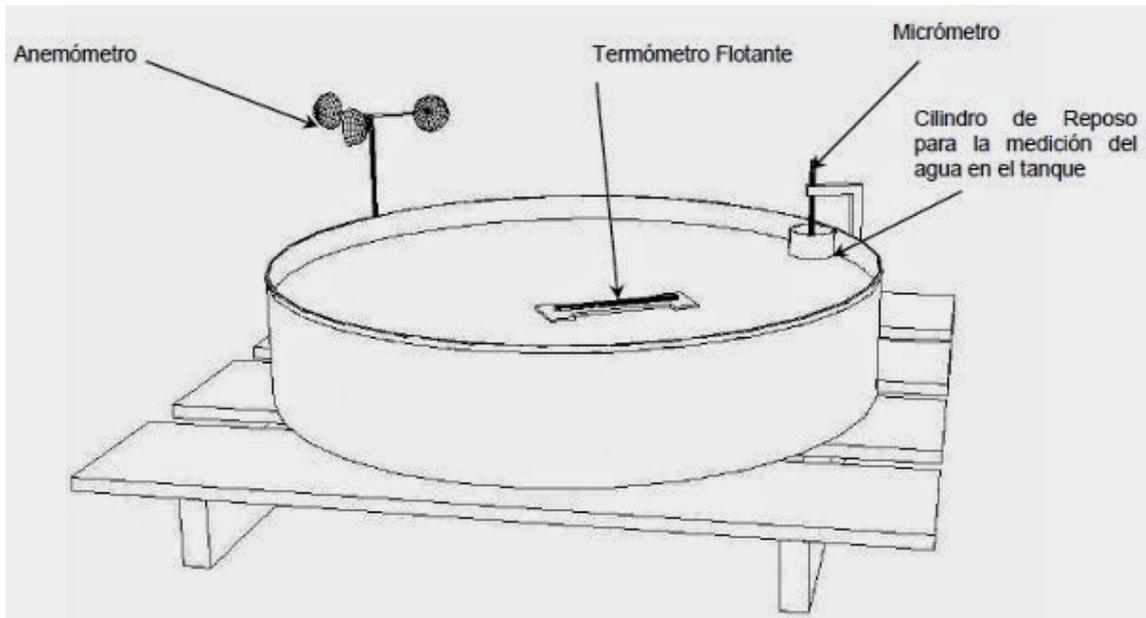


Figura 2.44. Tanque evaporímetro Clase "A"³⁰

Ejercicio. 12

Realizar una programación de riego para 15 hectáreas, empleando el tanque evaporímetro Clase "A". Este se encuentra sobre una cubierta vegetal, cambiando su cobertura a 25 m; Además, se tiene la evaporación del tanque que es de 5.4 mm/día, en una zona con una velocidad del viento de 2.8 m/seg. y 75 % de humedad relativa.

El K_c del cultivo es 1.1, el espaciamiento entre hileras y plantas es de 3.0 x 3.0 m, con un porcentaje de área bajo sombra del 65%.

El sistema de riego a emplear es micro aspersión con una eficiencia del 90 %, el emisor empleado tiene un caudal de 40 l/h. Calcular: Lámina bruta (Lb), volumen de agua por planta (V_{ap}), tiempo de riego (T_i), volumen de agua total en la parcela (V).

³⁰ Imagen tomada de la página web: https://3.bp.blogspot.com/-9HKvHG_7rtU/U1B-He_2QrI/AAAAAAAAABAA/F5WtRpmNcoE/s1600/ciencia_geofisica_tanque_evaporimetro_esquema.jpg

DATOS:

A = 15 has

D = 25 m

Kt = 0.75 Eto = E_{tan} x K_{tan}

E_{tan} = 5.4 mm/día = 5.4 mm/día x 0.75

V_v = 2.8 m/seg = 4.05 mm/día

HR = 75 %

K_c = 1.1 L_b = $\frac{E_{to} \times K_c}{E_f}$

E_h = 3.0 m

E_p = 3.0 m

P_{as} = 65 %

E_f = 90% = $\frac{4.05 \frac{mm}{día} \times 1.1}{0.90}$

Q_e = 40 l/h

= 4.95 mm/día

V_{ap} = $\frac{L_b ((E_h \times E_p) \times P_{as})}{D}$

= $\frac{4.95 \frac{mm}{día} ((3.0 m \times 3.0 m) \times 0.65)}{1}$

= 28.96 l/planta/día

L_b (mm) = ?

V_{ap} (l/p/día) = ?

T_i = $\frac{V_{ap}}{Q_e \times N_{ep}}$

= $\frac{28.96 l/pl}{40 \frac{l}{h} \times 1e}$

V (m³/día) = ?

= 0.72 horas = 43 min- riego

D = Riego diario (Unidad)

Pha = Número de pl/ha

V = $\frac{V_{ap} \times Pha \times A}{1000}$

$$\begin{aligned} & \frac{28.96 \frac{l}{pl}}{día} \times 1111 \times 20 \\ &= \frac{\quad}{1000} \\ &= 643.49 m^3 \text{ en } 20has. \end{aligned}$$

2.5.5 Programación del riego por la condición del suelo

La programación del riego por la condición del suelo es un método muy práctico y se sustenta en los siguientes procedimientos:

2.5.5.1 Datos requeridos para la determinación del régimen de riego

Para determinar el régimen de riego de un cultivo (lámina de riego, la dosis bruta y el intervalo de riego) se requiere datos iniciales sobre el clima, el suelo, la parcela, la fuente de agua y el sistema de riego.



Clima

Para el clima se requiere disponer de información relacionada a:

- Temperaturas (máxima, mínima y media)
- Humedad relativa (máxima, mínima y media)
- Precipitación (lluvias): cantidades mensuales y distribución anual
- Evaporación diaria (valores mensuales promedios del Tanque Evaporímetro Clase A)
- Viento: velocidad y horas de viento
- Porcentaje de horas luz, que se recogen en la tabla 2.9

Tabla 2.9 Datos del clima

DATOS DEL CLIMA	
<i>Etan (mm/d)</i>	
<i>Ktan</i>	
<i>Humedad Relativa media HRm(%)</i>	
<i>Velocidad del viento ≥ 3 m/s</i>	<i>d(h)</i> <i>a(h)</i>



Cultivo

Los requerimientos a considerar sobre el cultivo para la implementación del sistema de riego son:

- Especies y variedad
- Etapas de desarrollo del cultivo
- Coeficiente del cultivo (K_c) para cada una de las fases de su desarrollo
- Máximo aprovechamiento del agua permisible para el cultivo
- Profundidad de la zona radicular efectiva del cultivo: se debe considerar el perfil del cual el sistema radicular extrae del 85 al 90% del volumen total del agua consumido por el cultivo
- Espaciamiento y dirección de las líneas de siembra o de los árboles. Parámetros que se registran en la tabla 2.10.

Tabla 2.10. Datos del cultivo

DATOS DEL CULTIVO	
Nombre:	
Fase	
Kc	
% de área bajo riego <i>Par</i>	de: a:
Profundidad radicular efectiva <i>zr (m)</i>	
Máximo % de agua aprovechable <i>Pa</i>	



Suelo

En el suelo se debe establecer:

- Textura (tipo de suelo)
- HCc (%): porcentaje de humedad a capacidad de campo, a base de peso seco (por capa)
- HPm (%) porcentaje de humedad en el punto de marchitez permanente a base de peso seco (por capa)
- Pea: peso específico aparente, en g/cm³ (por capa)
- Infiltración básica, en mm/hora (por capa), requerimientos que se detallan en la

Tabla 2.11 continuación:

Tabla 2.11. Datos del suelo

DATOS DEL SUELO	
Textura	
HCc (%w)	
HPm (%w)	
Peso específico aparente (gr/cm ³)	
Velocidad de infiltración básica (mm/h)	
Profundidad efectiva (m)	

Para la determinación del régimen de riego se deberá tomar los valores de capacidad de campo, del punto de marchitez y del peso específico aparente de las diferentes capas del suelo dentro de los límites de profundidad radicular efectiva del cultivo y se deberá hacer los cálculos del volumen de agua disponible por capa. Asimismo, el régimen de riego se deberá basar en el valor de la infiltración básica.



Parcela

En la parcela se debe determinar:

- Área (Ha)
- Dimensiones
- Topografía (pendiente en %)
- Linderos del y, obstáculos en el terreno, para ello se requiere disponer de información que se resume a continuación:

Tabla 2.12. Datos de la parcela

DATOS DE LA PARCELA	
Área bruta A (Ha)	
Área neta bajo riego S_r (Ha)	
Espaciamiento entre plantas d_{pe} /hileras d_h (m)	
Pendiente (%)	



Fuentes de agua de riego

Se debe identificar la fuente de riego proviene de:

- Pozo, río, presa, lago, etc.
- Volumen de agua a disposición del proyecto

- Localización de la fuente de agua respecto a la parcela a regar
- Descarga horaria (caudal)
- Presión en la fuente de agua
- Horas de disponibilidad de las fuentes de agua
- Horas de bombeo
- Calidad física y química del agua
- Cota estática y dinámica del espejo de agua



Sistemas de riego

Dentro del sistema de riego se debe de identificar:

- Método de riego
- Características del emisor: modelo, diámetro de cobertura, descarga, presión, etc.
- Esparcimiento entre emisores laterales
- Eficiencia del riego, como se detallan en la Tabla 2.13

Tabla 2.13. Datos del sistema de riego

SISTEMA DE RIEGO	
<i>Método</i>	
<i>Eficiencia (%) Ef</i>	
<i>Modelo del emisor</i>	
<i>Presión de operación (atm)</i>	
<i>Caudal del emisor q (lt/h)</i>	
<i>Diámetro efectivo d (m)</i>	
<i>Angulo de cobertura</i>	
<i>Espaciamiento entre emisores de e/laterales dl(m)</i>	
<i>Numero de emisores por planta Nep</i>	
<i>Máximas horas de operación – por día Hd (h)</i>	
<i>Días de paro/ciclo</i>	

2.5.5.2 Agua disponible en el suelo.

Para el cálculo del agua disponible se debe considerar:

- La lámina de agua disponible a la profundidad radicular efectiva del cultivo – LD_{zr}.
- Volumen de agua disponible a la profundidad radicular efectiva – VD_{zr}.

La lámina de agua disponible en el perfil del suelo ocupado por las raíces del cultivo se calcula mediante:

$LD_{zr} \text{ (mm/zr)} = HCc - \frac{HPm * Pea * z_r \text{ (m)} * 10}{Pew}$
$\text{(\%)} \quad \text{(g/cm}^3\text{)}$
<p><i>LD_{zr}</i> = Lámina de agua disponible, en mm, de agua, a la profundidad radicular efectiva, (mm/zr)</p>
<p><i>HCc</i> = Contenido de humedad, a capacidad de campo a base del peso seco del suelo, (%ws).</p>
<p><i>HPm</i> = Contenido de humedad, en el punto de marchitez permanente, a base del peso seco del suelo (%ws).</p>
<p><i>Pea</i> = Peso específico aparente del suelo, (g/cm³).</p>
<p><i>Pew</i> = Peso específico del agua, (g/cm³).</p>
<p><i>Zr</i> = Profundidad radicular efectiva del cultivo (m)</p>
<p><i>El factor 10 convierte los datos a (mm/zr) a la profundidad radicular efectiva</i></p>

El Volumen de agua disponible a la profundidad radicular efectiva – VD_{zr}. Se calcula empleando:

$$VD_{zr} (m^3/Ha/zr) = LD_{zr} 8mm/zr) * 10$$

VD_{zr} = Volumen de agua disponible, en m³ de agua, a la profundidad radicular efectiva, (m³/ha/zr).

LD_{zr} = Lámina de agua disponible, en mm de agua a la profundidad radicular efectiva, (mm/zr).

El factor 10 convierte mm/zr a m³/ha/zr

➔ Lámina de agua aprovechable a la profundidad radicular efectiva – Lazr

El máximo porcentaje de agua disponible que el cultivo puede aprovechar sin que disminuya su rendimiento, se visualiza en la tabla 2.14

Tabla 2.14. Máximos porcentajes de agua aprovechable sugeridos de acuerdo a ETo y al cultivo

TIPO DE CULTIVO	ETo	
	Baja de 2 a 5 (mm/día)	Media a Alta de 6 a 10 (mm/día)
<i>Hortalizas</i>	30 – 40	15 – 25
<i>Frutales</i>	40 – 50	20 – 35
<i>Pastos</i>	50 – 70	30 – 45
<i>Cereales, algodón oleaginosas, caña de azúcar y tabaco</i>	60 – 70	40 – 55

A base del porcentaje de agua aprovechable, Pa (%), se calcula la lámina de agua aprovechable mediante:

$$LAzr \text{ (mm/zr)} = \frac{LDzr \text{ (mm/zr)} * Pa \text{ (\%)}}{100}$$

LAzr = Lamina de agua aprovechable en la zona radicular efectiva (mm/zr)

LDzr = Lámina de agua disponible en la zona radicular efectiva (mm/zr)

Pa = Máximo porcentaje de agua aprovechable por el cultivo, (%).

El factor 100 convierte el porcentaje a fracción decimal

➡ **Porcentaje del área bajo riego – Par**

El porcentaje del área de riego, Par (%), depende del emplazamiento del emisor y del diámetro de cobertura, d (m), de este. Para el riego por aspersión, por definición, Par = 100%.

Para el riego por micro aspersión el porcentaje del área bajo riego, se calcula mediante:

$$Par \text{ (\%)} = \frac{100 * 0.785 + d^2 \text{ (m}^2\text{)}}{de \text{ (m)} * dl \text{ (m)}} * \frac{\alpha}{360^\circ}$$

Par = Porcentaje del área bajo riego (%)

d = Diámetro de cobertura del emisor, (m)

de = Distancia entre laterales contiguos sobre el lateral, (m)

dl = Distancia cubierto por el emisor, (α)

α = 360° para goteros y emisores comunes

α = \leq 360° para emisores sectoriales

El factor 100 convierte el porcentaje a fracción decimal

$$\frac{1}{4} \pi = 0,785$$

Para plantaciones de árboles frutales u otros cultivos espaciados es posible emplear:

$$Parp (\%) = \frac{100 * 0,785 * Nep * d^2 (m^2)}{dp (m) * dh (m)} * \frac{\alpha}{360^\circ}$$

Parp = Porcentaje del área bajo riego por planta (%)

d = Diámetro de cobertura del emisor, (m)

Nep = Numero de emisores por planta, (-)

dp = Distancia entre plantas contiguas sobre la hilera, (m)

dh = Distancia entre hileras contiguas (m)

α = Angulo cubierto por el emisor (α)

α = 360° para goteros y emisores comunes

α = ≤ 360° para emisores sectoriales

El factor 100 convierte el porcentaje a fracción decimal

$$\frac{1}{4} \pi = 0,785$$

Para el riego por goteo el espaciamiento entre los goteros se calcula tomando en cuenta el espaciamiento óptimo entre goteros y laterales de goteo para lograr un 80% del diámetro humedecido para crear franjas uniformes.

$$db (m) = \frac{qe (lt/h)^{1/2}}{0,785 * I(mm/h)}$$

db = Diámetro del bulbo humedecido, (m²)

qe = Caudal del emisor (lt/h)

I = Velocidad de infiltración (mm/h), (lt/m/h)

$$\frac{1}{4} \pi = 0,785$$

Es importante verificar y realizar el ajuste del porcentaje del área bajo riego si el valor de Par (%) es inferior al mínimo recomendado o excede al máximo sugerido, por este motivo, se compara el porcentaje calculado del área bajo riego, **Par**, (o **Parp**) con el porcentaje bajo riego.

$$Par (\%) \leq MxAR (\%)$$

$$Par (\%) \geq MiAR (\%)$$

Par = Porcentaje calculado del área bajo riego, (%)

$MxAR$ = Máximo porcentaje del área bajo riego, (%)

$MiAR$ = Mínimo porcentaje del área bajo riego, (%)

➡ Precipitación horaria del sistema de riego – Phr

Se calcula en base al caudal del emisor, qe (lt/h) y del área efectiva bajo riego, y, se consideran los siguientes parámetros:

$$Phr (\text{mm/h}) = \frac{qe (\text{lt/h}) * 100}{de (m) * dl (m) * Par (\%)}$$

Phr = Precipitación horaria, (mm/h) del sistema de riego

qe = Caudal del emisor (lt/h)

de = Distancia entre emisores contiguos sobre el lateral, (m)

dl = Distancia entre laterales contiguos, (m)

Par = Porcentaje del área bajo riego, (%)

El factor 100 convierte el porcentaje a fracción decimal

A continuación es necesario comparar la precipitación horaria Phr , con la velocidad de infiltración del suelo, esta comparación se hace basado en;

$$Phr (\text{mm/h}) \leq I (\text{mm/h})$$

Phr = Precipitación horaria, efectiva (mm/h)

I = Velocidad de infiltración básica, (mm/h)

En el riego por aspersión y micro aspersión la precipitación horaria del emisor debe ser inferior a la velocidad de infiltración básica del suelo a fin de evitar pérdidas y daños por escurrimiento superficial, sino se cumple esta condición es necesario modificar las condiciones de operación del emisor, tomando en consideración el porcentaje del área bajo riego recomendado por los expertos para los diferentes sistemas de riego como se visualiza en Tabla 2.14.

Tabla 2.14. Porcentaje del área bajo riego para los diferentes sistemas de riego

Sistema de riego	Porcentaje del área bajo riego
1. Aspersión	1. 100
2. Goteo	2. 30 - 70
3. Micro aspersión	3. 50 - 75

El Intervalo de riego y el ciclo de riego – CR

El intervalo de riego, **Ir** (días) permite identificar el tiempo entre dos riegos sucesivos en la misma posición. el mismo que depende de la lámina de agua aprovechable **LAzr** (mm), del porcentaje del área bajo riego, **Par**, y del consumo diario del cultivo **ETc** (mm/día); para lo cual se emplea los datos correspondientes al periodo de máximo consumo de agua por cultivo y, se expresa de la siguiente manera:

$$Ir \text{ (días)} = \frac{LAzr \text{ (mm)} * Par \text{ (\%)}}{ETc \text{ (mm/día)} * 100}$$

Ir = Intervalo de riego, (días)

LAzr = Lámina de agua aprovechable en la zona radicular efectiva, (mm/zr)

Par = Porcentaje del área bajo riego (%)

El factor 100 convierte el porcentaje a fracción decimal

Si el cálculo del intervalo de riego **Ir** (días) resulte en una fracción decimal, será necesario ajustarlo a fin de obtener un número entero de días, originando el intervalo de riego ajustado **Ir (aj)** (días).

$$Ir (a) \text{ (días)} = \text{INTEGRO} \{ Ir \text{ (días)} \}$$

Ir (aj) = Intervalo de riego ajustado, (días)

Ir = Intervalo de riego (días)

El intervalo de riego ajustado es $\leq a$ Ir

El ciclo de riego, **CR** (días) es el número de días durante el cual se riega una parcela determinada. Para ello al establecer el ciclo de riego se debe considerar un factor de seguridad considerando imprevisto en: el sistema de bombeo, el sistema de riego, en las labores agrícolas, días de feriados factores que pueden incidir y posponer el riego, para ello se recomienda planificar el sistema con uno o dos días de paro **dp** (días) durante cada intervalo de riego; por lo tanto, el ciclo de riego debe ser más corto que el intervalo de riego.

$$Cr \text{ (días)} = Ir \text{ (aj)} - dp \text{ (días)}$$

Cr = Ciclo de riego, (días/ciclo)

Ir (aj) = Intervalo de riego ajustado, (días)

dp = Días de paro (días)

➡ **Lamina de riego ajustada – I_r (aj) y el porcentaje de agua aprovechada, ajustado – Pa (aj)**

Para determinar la lámina de riego ajustada LR (aj), se debe disponer del intervalo de riego ajustado I_r (aj), de la evapotranspiración del cultivo (ET_c) y del porcentaje del área bajo riego ajustada LR (aj).

$$LR (aj) (mm) = \frac{I_r (aj) (días) * ET_c (mm/día) * 100}{Par (\%)}$$

LR (aj) = Lámina de riego ajustada, (mm)

I_r (aj) = Intervalo de riego ajustada, (días)

ET_c = Evapotranspiración del cultivo (mm/día)

Par = Porcentaje del área bajo riego, (%)

El factor 100 convierte el porcentaje a fracción decimal

Una vez que se ha procedido a ajustar la lámina de riego, se requiere calcular el porcentaje de agua aprovechada por el cultivo, a través de la siguiente fórmula.

$$Pa (aj) (\%) = \frac{LR (aj) (mm) * ET_c (mm/día) * 100}{LDzr (mm/zr)}$$

Pa (aj) = Porcentaje de agua aprovechada, ajustada, (%)

LR (aj) = Lámina de riego ajustada, (mm)

$LDzr$ = Lámina de agua disponible en la zona radicular efectiva, (mm/zr)

El factor 100 convierte el porcentaje a fracción decimal

➡ **Lamina bruta – LB y la dosis de riego bruta – DB**

La lámina bruta LB (mm) se determina en función de la lámina de riego ajustada LR (aj) y a la eficiencia del sistema de riego ef (%).

$$LB \text{ (mm)} = \frac{LR \text{ (aj)} \text{ (mm)} * 100}{ef \text{ (\%)}}$$

LB) = Lamina bruta (mm)

LR (aj) = Lamina de riego ajustada, (mm)

Ef) = Eficiencia del sistema de riego, (%)

El factor 100 convierte el porcentaje a fracción decimal

Para determinar la dosis de riego bruta es necesario establecer la dosis de riego bruta por hectárea, que es el volumen de agua por aplicar por unidad de superficie bruta de la parcela, (Ha).entonces, la dosis bruta DB (m³/Ha) se calcula en base de la lámina bruta LB (mm) y del porcentaje del área bajo riego, Par (%). Tomando en cuenta que en algunos sistemas de riego se humedece únicamente una fracción del área del cultivo; por lo tanto, se aplicara la dosis bruta sobre esta área humedecida y se multiplica la lámina bruta por el porcentaje del área humedecida, Par.

$$DB \text{ (m}^3\text{/Ha)} = \frac{LB \text{ (mm)} * Par \text{ (\%)}}{10}$$

DB = Dosis bruta, (m³/Ha bruta)

LB = Lamina bruta, (mm) = (lt/m²)

Par = Porcentaje del área bajo riego, (%)

El factor 10 convierte la lámina a (m³/Ha)

Mientras que, la dosis de riego bruta por planta – DBp. Es el volumen de agua por aplicar a cada planta regada por micro aspersión o goteo. Entonces la dosis bruta por planta DBp (lt/planta) se calcula en base de la lámina bruta LB (mm) y del área bajo riego, por planta.

$$DBp \text{ (litro/planta)} = \frac{LB \text{ (mm)} * dp \text{ (m)} * dh \text{ (m)} * Parp \text{ (\%)}}{100}$$

DBp = Dosis bruta por planta , (lt/planta)

LB = Lamina bruta, (mm)

dp = Distancia entre plantas contiguas sobre la hilera, (m)

dh = Distancia entre hileras contiguas, (m)

Parp = Porcentaje del área bajo riego por planta, (%)

El factor 100 convierte el porcentaje a fracción decimal

➡ **Las horas de riego**

Para determinar las horas de riego se debe considerar: Las horas de riego por turno - Ht, horas de riego por día - Hd, horas de riego por ciclo – Hc, el número de turnos por ciclo – Tc, la superficie bajo riego por turno – St, la dosis de riego bruta por turno – DBt, y el caudal requerido – Qr, el numero de emisores por turno – Emt, el volumen bruto por ciclo de riego – Vbc, el caudal específico – Qe.

➡ **Las Horas de riego por turno – Ht.**

Es el tiempo requerido en horas para aplicar, la lámina bruta LB (mm) por medio del emisor seleccionado considerando la precipitación horaria, Phr (mm/h), se calcula considerando:

$$Ht \text{ (h/turno)} = \frac{LB \text{ (mm)}}{Phr \text{ (mm/r)}}$$

Donde:

Ht = Horas de riego por turno, (horas/turno)

LB = Lamina bruta, (mm)

Phr = Precipitación horaria del sistema de riego, (mm/h)

➡ Las horas de riego por día – Hd.

Es determinar el total de horas de riego por día para ello se debe disponer de información relacionada a: Hd = Horas de riego diarias, (horas/día); Td = Turnos por día, (turnos/día) y al Ht = Horas de riego por turno, (horas/turno); donde las horas de riego por día es igual a:

$$Hd \text{ (h/día)} = Td \text{ (turnos/día)} * Ht \text{ (h/turno)}$$

➡ Las horas de riego por ciclo – Hc.

Es el número de horas de operación del sistema de riego durante el ciclo de riego.

$$Hc \text{ (h/ciclo)} = CR \text{ (días/ciclo)} * Hd \text{ (h/día)}$$

Donde:

Hc = Horas de riego por ciclo (horas/ciclo)

CR = ciclo de riego, (día/ciclo)

Hd = Horas de riego diarias (horas/día)

➡ El número de turnos por ciclo – Tc.

Es el número de veces que es necesario poner en operación al sistema de riego para cubrir el área de riego, y se lo calcula en base de:

$$Tc \text{ (turnos/ciclo)} = CR \text{ (días/ciclo)} * Td \text{ (turnos/día)}$$

Donde:

Tc = Turnos de riego por ciclo, (turnos/ciclo)

CR = Ciclo de riego, (días/ciclo)

Td = Turnos por día, (turnos/día)

➡ La superficie bajo riego por turno – St.

Se obtiene dividiendo el área neta bajo riego en la parcela, Sr, entre el número de turnos, Tc.

$$St \text{ (Ha/turno)} = \frac{Sr \text{ (Ha/ciclo)}}{Tc \text{ (turnos/ciclo)}}$$

Donde:

St = Superficie bajo riego por turno, (Ha/turno)

Sr = Superficie total de riego por ciclo, (Ha/ciclo)

Tc = Turnos de riego por ciclo, (turnos/ciclo)

➡ La dosis de riego bruta por turno – DBt.

Es el volumen de agua de riego por aplicar en un turno.

$$DBt (m^3/turno) = St (Ha/turno) * DB (m^3/Ha)$$

Donde:

DBt = Dosis bruta por turno, (m³/turno)

St = superficie por turnos de riego, (Ha/turno)

DB = Dosis bruta, (m³/Ha)

➡ El caudal requerido – Qr.

Es el caudal requerido para el riego de la parcela

$$Qr (m^3/h) = \frac{DBt (m^3/turno)}{Ht (h/turno)}$$

Donde:

Qr = Caudal requerido, (m³/hora)

DBt = Dosis bruta por turno, (m³/turno)

Ht = Horas de riego por turno, (horas/turno)

➡ Máximo número de horas (Hm) y turnos de riego diarios (Td)

Es determinar el número de horas máximas durante las cuales es posible operar el sistema de riego diariamente, el mismo que va a depender de:

- Las horas de funcionamiento del equipo de bombeo
- Las horas disponibles de la fuente de agua para el riego
- Las condiciones de viento (que limita el riego por aspersión)
- La disponibilidad de la mano de obra

El máximo número de turnos de riego diarios (T_d), es el numero integro de turnos de riego que es posible realizar durante un día que opera el sistema de riego.

$$T_d \text{ (turnos/día)} = \text{INTEGRO } \frac{H_m \text{ (h/día)}}{H_t \text{ (h/turno)}}$$

T_d = Turnos por día, (turnos/día)

H_m = Horas de riego, máximas diarias, (horas/día)

H_t = Horas de riego por turno (horas/turno)

➡ Descarga disponible en el sistema de riego – Q_s

Durante el proceso del riego es posible que se tenga que modificar el sistema de bombeo para adaptarlo al método de riego deseado, se hace necesario comparar la descarga disponible en la bomba con el caudal requerido para el riego de la parcela Q_r (m^3/h), por el nuevo método de riego.

$$Q_r \text{ (} m^3/h \text{)} \leq Q_s \text{ (} m^3/h \text{)}$$

Donde:

Q_r = Caudal requerido (m^3/h)

Q_s = descarga disponible en el sistema de riego (m^3/h)

Si el caudal requerido Q_r excede a la descarga disponible en el sistema de riego, será necesario corregir los datos a base de los cuales determina el régimen de riego, de tal manera que se haga posible abastecer el volumen requerido de agua en el tiempo disponible.

Para ello se requiere determinar el número de emisores por turno (E_{mt}). El volumen bruto por ciclo de riego (V_{Bc}) y el caudal específico (Q_e).

➡ El numero de emisores por turno – E_{mt} .

El numero de emisores por turno se calcula con la base de la descarga del sistema de riego, Q_r (m^3/h) y de la descarga del emisor q_r (lt/h), siendo un dato que se utiliza para el diseño de los laterales de riego.

$$\text{Emt (e/turno)} = \frac{\text{Qr (m}^3/\text{h)} * 1000}{\text{qe (lt/h)}}$$

Donde:

Emt = Emisores por turno de riego, (e/turno)

Qr = Caudal requerido (m³/h)

qe = Caudal del emisor (lt/h)

 **El volumen bruto por ciclo de riego – VBc.**

Es el volumen total de agua requerido para satisfacer las necesidades del cultivo durante la época de mayor demanda de agua por el cultivo y durante un ciclo de riego.

$$\text{VBc = (m}^3/\text{ciclo)} = \frac{\text{DBt (m}^3/\text{turno)} * \text{Tc (turnos/ciclo)}}{1000}$$

Donde:

VBc = Volumen bruto por ciclo, (m³/ciclo)

DBt = Dosis bruta por turno (m³/turno)

Tc = Turnos de riego por ciclo, (turnos/ciclo)

 **El caudal específico – Qe**

Donde:

A manera de facilitar el significado de los términos y fórmulas empleadas, se presenta el siguiente glosario:

Phd = Precipitación horaria del diseño (mm/h)

Qe = Caudal del emisor (l/h)

Se = Superficie de riego por emisor (m²)

De = Distancia entre emisores contiguos en el lateral (m)

dl = Distancia entre laterales contiguos (m)

Phf = Precipitación horaria física (mm/h)

Par = Porcentaje de área bajo riego (%)

Is = Infiltración del suelo (mm/h)

Dhr = Dosis horaria del sistema de riego (m³/h/ha)

Dhd	= Dosis horaria del diseño ($m^3/h/ha$)
Sr	= Superficie de riego (has)
Qr	= Caudal de riego ($m^3/h/ha$)
Dhf	= Dosis horaria física ($m^3/h/ha$)
Htm	= Número máximo de horas por cada turno de riego (h)
LBm	= Lámina bruta máxima (mm)
DBp	= Dosis bruta por planta (l/planta)
qe	= Caudal del emisor (l/h)
Nep	= Emisor por planta (entero)
Dst	= Dotación de agua por superficie humedecida por turno ($m^3/ha/t$)
Ht	= Horas turno (h)
qa	= Descarga mínima del emisor (l/h)
Ntd	= Número de turnos –día (t/día)
Nep	= Número de emisores por planta (entero)
qe	= Descarga del emisor máximo (l/h)
Srn	= Superficie total neta de riego (has)
Stn	= Superficie neta de riego por turno (has)
Tc	= Número de turnos por ciclo (entero)
DB	= Dosis de agua bruta (m^3/ha)
DB t	= Dosis bruta de agua por turno de riego ($m^3/turno$)
Qr	= Caudal de riego horario (m^3/h)
St	= Superficie de riego por turno (has)
Sr	= Superficie del terreno (has)
Hc	= Duración del riego por ciclo (h)
Hr	= Horas de riego por turno (h)
Qe	= Caudal específico (l/seg/ha)
Srb	= Superficie total bruta (has)
Qen	= Caudal del emisor neto (l/seg/ha)
Qeb	= Caudal del emisor bruto (l/seg/ha)
Vbmc	= Volumen bruto máximo por ciclo de riego ($m^3 / ciclo$)
DBm	= Dosis bruta máxima (m^3 / ha)

Ejercicio 13:

Calcular una programación de riego aplicando la siguiente información:

1. Precipitación horaria del sistema de riego - Phr
- 1.1 Precipitación horaria del diseño – Phd

$$Phd = \frac{qe}{Se} = \frac{qe}{de \times dl}$$

Ejercicio 14:

Riego por micro aspersion

$$de = 5 \text{ m}$$

$$dl = 6 \text{ m}$$

$$Phd = \frac{75 \text{ l/h}}{30 \text{ m}^2}$$

$$Se = 5 \times 6 = 30 \text{ m}^2 = 2.5 \text{ mm/h}$$

$$qe = 75 \text{ l/h}$$

Precipitación horaria física – Phf

En los sistemas de riego por goteo y micro aspersion en donde la superficie humedecida no es completa ($Par < 100\%$), hay que definir una precipitación física, Phf la cual es mayor que Phd.

$$Phf = \frac{Phd \times 100}{Par}$$

Ejercicio 15:

$$Par = 70 \%$$

$$= \frac{2.5 \frac{\text{mm}}{\text{dia}} \times 100}{70}$$

$$Is = 9 \text{ mm/h} = 3.57 \text{ mm/h} < 9 \text{ mm/h}$$

Dosis horaria del sistema de riego – Dhr

Dosis horaria del diseño –Dhd

$$Dhd = Phd \times 10$$

Dosis horaria física - Dhf

$$Dhf = Phf \times 10$$

Ejercicio 16:

$$Sr = 5 \text{ Has}$$

$$Dhd = 2.5 \text{ mm/h} \times 10 = 25.0 \text{ m}^3/\text{h}/\text{Ha}$$

$$Dhf = 3.57 \text{ mm/h} \times 10 = 35.7 \text{ m}^3/\text{h}/\text{Ha}$$

$$Qr = Sr \times Dhd$$

$$= 5.0 \text{ Has} \times 25.0 \text{ m}^3/\text{h}/\text{Ha} = 125.0 \text{ m}^3/\text{h}/\text{Ha R//}$$

Horas máximas de riego por turno – Htm

Número máximo de horas por cada turno de riego – Htm

$$Htm = \frac{LBm}{Phd}$$

Ejercicio 17:

$$LBm = 27.0 \text{ mm} *$$

$$Htm = \frac{27 \text{ mm}}{2.5 \text{ mm/h}}$$

- Se calcula = 10.8 h/turno = 11/ hs/turno

En un sistema de riego por microaspersión, Htm depende de la dosis bruta máxima por planta, la descarga del emisor, y el número de emisores por planta.

$$DBp (l/pl) = Se (m^2) \times LBm (mm)$$

$$Htm = \frac{DBp}{qe \times Nep}$$

Ejercicio 18:

$$Nep = 1$$

$$DBp = 30 \text{ m}^2 \times 27.0 \text{ mm} = 810 \text{ l/planta}$$

$$H_{tm} = \frac{810 \text{ l/pl}}{75 \text{ l/r} \times 1e} = 10.8 = 11 \text{ h/turno}$$

Dotación de agua por superficie humedecida por turno – Dst

Es un criterio para evaluar la percolación de agua por debajo de la zona radical del cultivo y depende de la dosis horaria física (Dhf) y de la duración del turno (Ht).

$$D_{st} = D_{hf} \times H_t$$

Ejercicio 19:

$$D_{st} = 35.7 \text{ m}^3/\text{h/ha} \times 11 \text{ h/turno} = 392.7 \text{ m}^3\text{Ha/turno}$$

Tiempo diario máximo permitido de riego – Hdm Depende de:

- Horario de funcionamiento del equipo de bombeo
- Horario disponible de funcionamiento de la fuente de agua para el riego
- Las condiciones de viento (para el riego por aspersión)
- Disponibilidad de mano de obra

Determinación de la descarga mínima requerida del emisor – qe min

El criterio para elegir la descarga mínima del emisor es la posibilidad de aplicar la lámina bruta máxima (LBm) o la dosis bruta máxima por planta (DBp) durante el tiempo máximo permitido por día (Hdm), de acuerdo a la superficie del emisor (Se), el número de turnos por día (Ntd) y al número de emisores por planta (Nep).

$$q_e (\text{min}) = \frac{LBm \times Se \times Ntd}{Hdm}$$

$$q_e (\text{min}) = \frac{DBp \times Ntd}{Hdm \times Nep}$$

Ejercicio 20:

Riego por micro aspersión

$$H_{dm} = 18 \text{ h/día}$$

$$q_e (\text{min}) = \frac{27.0 \text{ mm} \times 30 \text{ m}^3 \times 1 \text{ tur/día}}{18 \text{ h/día}} = 45 \text{ l/h}$$

$$\text{Para } N_{td} = 2 \text{ turnos/día} = 90 \text{ l/h}$$

$$q_e (\text{min}) = \frac{810 \frac{l}{pl} \times 1 \frac{t}{\text{día}}}{18 \times 1e} = 45 \text{ l/h} \quad \text{=====>}$$

$$q_e (\text{min}) = \frac{810 \frac{l}{pl} \times 2t/\text{día}}{18 \text{ hs} \times 1e}$$

$$= 90 \text{ l/h} \quad \text{=====>}$$

Determinación de la descarga máxima del emisor – q_e máx

El factor que limita la descarga máxima (q_e máx) del emisor es la capacidad de infiltración del suelo (I_s). Para evitar el escurrimiento superficial del agua, hay que mantener una precipitación horaria física (Ph_f) igual o menor que I_s .

$$Ph_f \leq I_s$$

Observación: en riego por aspersión, la cobertura del riego es completa; $Par = 100 \%$; así que la precipitación horaria física y del diseño son iguales $Ph_f = Ph_d$. Por lo tanto, la descarga máxima del emisor será:

$$q_e (\text{máx}) = \frac{I_s \times Se \times Par}{100}$$

Ejercicio 21:

Riego por micro aspersión

$$q_e (\text{máx}) = \frac{9.0 \frac{mm}{hr} \times 30 \text{ m}^2 \times 70}{100} = 189 \text{ l/h}$$

Observación:

Para $Ntd = 1 \text{ t/día}$: $45 \text{ l/h} \leq q_e \leq 189 \text{ l/h}$

Para $Ntd = 2 \text{ t/día}$: $90 \text{ l/h} \leq q_e \leq 189 \text{ l/h}$

Existen varios métodos para estimar una programación de riego, siempre será necesario validarlos para su aplicación.

Ejercicio 22:

Riego de cultivos		
DATOS BASICOS		
Cultivo:	PIMIENTO	LOS RIOS
Sistema de riego:	ASPERSION	
	UNIDAD	VALOR
	Parcela	
A (area bruta)	Ha	3,00
Sr (area neta bajo riego)	Ha	3,00
	Suelo	
Tipo de suelo	textura	Franco
Cc (Capacidad de campo)	%	22
Pm (Punto de marchites)	%	10
Pea (Peso especifico aparente)	(gr/cm ³)	1,2
Inf (Infiltración básica)	mm/h	13
Pr (profundidad efectiva del suelo)	m	0,40
	Clima	
Etan (Evaporación media diaria del tanque clase "	mm/d	3,07
Viento>3m/s	d(h)a(h)	0.7
HR(humedad relativa)	%	81
	Fuente de agua	
Fuente de agua		canal
Caudal	(m ³ /h)	1.000,00
Calidad	mg/lit	
	Cultivo	
Kc (El coeficiente del cultivo)	coeficiente	1,15
Zr (Prof.ef.de raíces)	m	0,7
Pa (max.agua aprovechable)	%	55%
dh (Distancia e/hileras)	m	0,40
dp(Distancia e/plantas)	m	0,90
Espaciamento- area	m ²	0,36
	Sistema de riego	
Metodo de riego		Aspersión
Ef (Eficiencia del sistema)	%	75,00%
Emisor	tipo	Aspersor
Presión de operación	m(altura)	15,00
qe (Caudal del emisor)	(L/h)	1.000,00
dl (Espaciamento entre laterales)	m	12,00
de (Espaciamento entre emisores)	m	12,00
Espaciamento de la red	m ²	144,00
d Diámetro efectivo/humedecido	m	20,00
Angulo de cuberterza	grados	360,00
Hd (Max. horas de operación por día)	H	8,00
Dias de paro	d	1,00

	Calculo		
Ld_{zr} (Lamina disponible de la zona radicular)	mm/zr		100,80
Vd_{zr} (Volumen de agua disponible -zona radicular)	(m ³ /Ha/zr)		1.008,00
Laz_r (Lamina aprov. a la prof. radicular)	mm/zr	218,1%	55,44
Par (Porcentaje del area bajo riego)	%	314,16	100,0%
Phr (Precipitación horaria del sistema de riego)	mm/h		7
Ktan (Coeficiente del tanque clase "A")			1,00
ETc (Uso consuntivo)	mm/dia		3,53
Ir (Intervalo de riego)	d		15,70
Ir aj (Intervalo de riego aj.)	d		2,00
CR (Ciclo de riego)	d		1,00
LR(aj) (Lamina de riego ajustado)	mm		7,06
Pa (Porcentaje del agua aprovechada)	%		7,00%
LB (Lamina bruta)	mm		9,41
DB (Dosis de riego bruta)	(m ³ /Ha)		94,15
Ht (Horas de riego por turno)	h/turno		1,36
Td (Max. numero de turnos de riego diarios)	turno/dia		5,90
Td aj (Max. numero de turnos de riego diarios ajust.)	turno/dia		5,00
Hd (Horas de riego por dia)	h/dia		6,78
Hc (Horas de turnos por ciclo)	h/ciclo		6,78
Tc (Numero de turnos por ciclo)	turnos/ciclo		5,00
St (Superficie bajo riego, por turno)	Ha/turno		0,60
DBt (Dosis de riego bruta por turno)	(m ³ /turno)		56
Qr (Caudal requerido)	(m ³ /h)		42
E_{mt} (Numero de emisores por turno)	e/turno		42
V_{Bc} (Volumen bruto por ciclo de riego)	(m ³ /ciclo)		282
Q_e (Caudal especifico)	(m ³ /Ha/h)		13,89

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE DEL CAPITULO 2

- Describa el sistema suelo, teniendo en cuenta los estados sólido, líquido, gaseosos
- Defina los términos densidad real, densidad aparente, porosidad, humedad del suelo, peso de la hectárea de suelo.
- Describa la importancia del agua en el suelo
- Defina los siguientes términos: infiltración, permeabilidad, drenaje, escurrimiento
- Explique sobre la humedad del suelo y el movimiento del agua en el suelo
- Defina y analice los siguientes términos déficit de escorrentía, uso consuntivo y cuáles son sus unidades de medida
- Responda a la siguiente interrogante; de que depende la cantidad de agua que se mueve en el perfil del suelo.
- Defina y comente sobre la evaporación y transpiración y como ocurren estos fenómenos, ¿cuál es su relación con las fases de desarrollo del cultivo?
- Como define la evapotranspiración real, evapotranspiración de referencia, coeficiente de cultivo K_c
- Defina los siguientes conceptos: grado de humedad y zona de humedad de un suelo
- Cuáles son las técnicas o procedimientos para medir a evapotranspiración describa cada uno
- Desde donde se produce la evaporación describa cada caso y explique la transpiración
- Defina y analice los conceptos de evapotranspiración real, evapotranspiración potencial y evapotranspiración de referencia.
- Explique cómo se realiza el cálculo y medida de la evapotranspiración
- Defina qué es un sistema de Riego
- ¿Cómo funcionan los sistemas de riego?
- ¿Cuál sería el sistema apropiado para regar un jardín?
- ¿Qué hay que hacer si la presión de red es demasiada alta?
- ¿Cuándo se debe regar las plantas?
- ¿Cuánto me costaría mi sistema de riego? ...
- ¿Ayuda un sistema de riego al ahorro? ...
- ¿Cuánta agua consume un sistema de riego?

- ¿En qué consiste el sistema de riego por goteo?
- ¿Qué pasa cuando hay grandes variaciones en la humedad del terreno?
- ¿Para qué tipo de suelos es adecuado el sistema de riego por goteo?
- Enumere los componentes del sistema de riego por goteo.
- ¿De qué depende el movimiento lateral del agua en el suelo?
- ¿Cómo se clasifica el sistema de riego por goteo?
- ¿Qué emisores de riego localizado distribuyen el agua en forma de lluvia muy fina?
- En el riego localizado el agua se aplica al suelo de manera que sólo se moja una parte del suelo o su totalidad
- Que se debe tener en cuenta en la separación entre dos surcos consecutivos
- ¿De qué factores depende la forma del bulbo húmedo que se forma aplicando el agua de forma localizada?
- La parte de suelo humedecida por un emisor de riego localizado se denomina
- ¿Qué ventajas tiene el riego por aspersión sobre el riego por goteo?
- ¿Qué ventajas tiene el riego por aspersión sobre el riego por gravedad?

BIBLIOGRAFIA

- Alcobendas P., Moreno M. (2018). Necesidades de riego de los cultivos. Edit. Universidad de Castilla. La Mancha. España
- Álvarez, J. (2009). Apuntes de Riego e hidráulica. Honduras. Centro de Estudios Superiores “El Zamorano”. 120 p.
- Armonil, S. El Riego por Goteo, Conceptos, Sistemas y Características. Tel Aviv, IL. Ministerio de Agricultura, Centro de Cooperación Internacional para el Desarrollo Agrícola (CINADCO). 98 p.
- Avidán, A. 1994. Cálculo de las Necesidades de Riego – Determinación del Régimen de Riego de los Cultivos. Tel Aviv, IL. Ministerio de Agricultura, Centro de Cooperación Internacional para el Desarrollo Agrícola (CINADCO). 58 p.
- Avidán, A. 1994. Factores que Influyen sobre el Régimen de Riego, Determinación del Régimen de Riego de los Cultivos. Tel Aviv, IL. Ministerio de Agricultura, Centro de Cooperación Internacional para el Desarrollo Agrícola (CINADCO). 68 p.
- Avidán, A. 1994. La Evapotranspiración de los Cultivos, Determinación del Régimen de Riego de los Cultivos. Tel Aviv, IL. Ministerio de Agricultura, Centro de Cooperación Internacional para el Desarrollo Agrícola (CINADCO). 78 p.
- Blanes, O. (1981) Manual de instalaciones y aparatos de riego. Ediciones. CEAC. Barcelona – España.
- Berlijn, J. (2014). Riego y drenaje. Are Suelos y agua. Editorial Trillas. España
- Castañón, G. (2000). Ingeniería del Riego, Utilización Racional del Agua. Madrid, España. 198 p.
- Climatología práctico (2013). Evapotranspiración. Disponible en http://meteo.fisica.edu.uy/Materias/climatologia/practico_climatologia_2013/evapotranspiracion.pdf
- EcuRed (2019) transpiración de las plantas. Enciclopedia colaborativa en red. Cuba
- Fuentes, J. (2003). Técnicas de riego. Mundi Prensa Libros S.A. Madrid - España.
- Gómez, M. (2010). Manual de riego para agricultores: módulo 1. Fundamentos del riego Editorial. Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Sevilla – España.
- Gómez, R. (2010). Manual de riego para agricultores: módulo 4. Riego localizado: manual y ejercicios. Consejería de Agricultura y Pesca. Sevilla: Junta de Andalucía.

- Gómez, P. (1979). Riegos a presión, aspersión y goteo. Editorial. Aedos. Barcelona. España.
- Infojardin. (2011). Riego de Verduras y Hortalizas (en línea). Consultado el: 02.09.2020. Disponible en: <https://articulos.infojardin.com/huerto/fotos-cultivo/riego-surcos.gif>
- Jaramillo, B., J. (2007). Riegos y Drenaje. Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ingeniería, Programa de Ingeniería Agronómica. Palmira, Colombia. 252 p.
- Ministerio del Ambiente (2013) Modelo de fenología general para la representación cartográfica de ecosistemas del Ecuador continental
- Monge M. (2018). Diseño agronómico e hidráulico de riegos agrícolas a presión. Editorial Agrícola. España.
- Moya, J. (2009). Riego localizado y fertirrigación. Mundi-Prensa Libros S.A. Madrid - España.
- Palomino, K. (2007). Riego por aspersión. Editorial Macros – Perú.
- Palomino, K. (2007). Riego por goteo. Editorial Macros – Perú.
- Palomino, K. (2007). Riego por bombeo y drenaje. Editorial Macros – Perú.
- Pereira. L. (2010), El riego y sus tecnologías. Editorial Crea – UCLM. Centro Regional de Estudios del Agua. Universidad de Castilla – La Mancha.
- Salazar. C. (2012). Los sistemas de riego en el cultivo de banano. Universidad Nacional de Colombia. Medellín – Colombia.
- Tafur, L. (2008). Cálculo y diseño del riego. Universidad Católica Santiago de Guayaquil Ecuador.
- Vásquez, A., Vásquez, I., Vásquez, C., Cañamero, M. (2017). Fundamentos de la ingeniería de riegos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú.
- Villalobos, F., Mateos, L., Orgaz, F. y Fareres E. (2002). Fitotecnia, Bases y Tecnologías de la Producción Agrícola. Madrid, ES. Mundi Prensa. 496 p.
- Zapata, A., (2020). Manual práctico de sistemas de riego localizado. Mundi Prensa Libros S.A. Madrid - España.

CAPITULO III

EL RIEGO Y SU IMPACTO AMBIENTAL

3 El riego y su impacto ambiental

La agricultura se remonta a los comienzos de la agricultura, en que el hombre comprendió que el agua era indispensable para el desarrollo de las plantas y que cuando éstas carecían de suficiente humedad en el suelo se podía facilitar su desarrollo adicionándosela a intervalos regulares. Los primeros canales y sistemas de riego conocidos se construyeron en Egipto hace unos 7 000 años para aprovechar las aguas del Nilo. También en Mesopotamia los sumerios usaron el regadío hace 4 400 años, y los chinos poco después.

Los beneficios del riego provienen de la mayor producción de alimentos. Además, la concentración e intensificación de la producción en un área más pequeña puede proteger los bosques y tierras silvestres, para que no se conviertan en terrenos agrícolas. Si existe una cobertura vegetal mayor durante la mayor parte del año, o si se prepara la tierra (p.ej. nivelar y contornarla), se reduce la erosión de los suelos. Hay algunos beneficios para la salud, debido a la mejor higiene y la reducción en la incidencia de ciertas enfermedades. Los proyectos de riego pueden moderar las inundaciones, aguas abajo.

Es importante reconocer las ventajas que trajo para la agricultura el dominio de las técnicas de riego, desde los primeros momentos la utilización del agua en gran escala trajo impactos ecológicos negativos asociados con el agotamiento de las fuentes de abasto superficiales y subterráneas, salinización, erosión, contaminación, proliferación de malezas, e incluso graves disputas por el acceso a las fuentes.

3.1 Impactos ambientales de la agricultura de regadío

La agricultura es una actividad productiva necesaria para el desarrollo de la sociedad; al ser una actividad implementada por el ser humano requiere el uso de recursos naturales como el suelo, compuestos químicos, agua, entre otros que originan una serie de residuos que pueden ser perjudiciales y constituir en una alteración para el medio ambiente.

Aunque los impactos ambientales de la agricultura de regadío (más que en la de secano) son innegables, el grado de afectación al medio es mucho más bajo comparado con otras actividades como la industria.

Implantar un sistema de riego implica la necesidad de construir la infraestructura apropiada para su correcto funcionamiento, como obras de captación y almacenamiento del agua para el riego, redes de canales, acequias y estructuras para la distribución y desagüe, caminos de acceso, etc.

Todo ello supone por sí mismo una alteración del medio, que en caso de una transformación en riego a gran escala puede suponer incluso la modificación del régimen de los cursos de agua, de las zonas húmedas, sobreexplotación de los *acuíferos* y hasta cambios en los hábitos de vida de determinadas especies de plantas y animales de las zonas circundantes. (Gómez, 2010)

En la agricultura de regadío existen tres tipos de métodos de riego (por superficie, aspersión o localizado). Cada modalidad supone un grado de impacto en el medio diferente. Por ejemplo, una zona de riego localizado puede afectar a varios aspectos como la alteración en los acuíferos y el clima de la zona (humedad y temperatura del aire).

Entre los impactos más frecuentes de tiene: la salinización, plagas y enfermedades de las plantas, erosión, compactación, el agua, filtraciones y escorrentías y los problemas sociales, que se visualizan en la figura 3.1.



Figura 3,1, Impactos ambientales del regadío

3.1.1 La Salinización

La salinidad del suelo es el contenido de sal en el suelo ; el proceso de aumentar el contenido de sal se conoce como salinización. Las sales se encuentran naturalmente en el suelo y el agua, pero puede producirse la salinización mediante procesos artificiales como el riego.

El riego exagera los problemas de la salinidad, que, naturalmente, son más agudos en las áreas áridas y semiáridas, donde la evaporación superficial es más rápida y los suelos son más salinos.

La saturación concentra las sales absorbidas de los niveles más bajos del perfil del suelo, en la zona de arraigamiento de las plantas. La alcalinización (acumulación de sodio en

los suelos) es una forma, especialmente perjudicial de salinización que es difícil de corregir.

La saturación y salinización de los suelos son problemas comunes con el riego superficial. A nivel mundial, se ha estimado que, cada año, el riego saca de la producción una cantidad de terreno que es igual a la porción que entra en servicio bajo riego, debido al deterioro del suelo, principalmente, la salinización.

La saturación es causada, principalmente, por el drenaje inadecuado y el riego excesivo, y en un grado menor, por fugas de los canales y acequias. El riego exagera los problemas de la salinidad, que, naturalmente, son más agudos en las áreas áridas y semiáridas, donde la evaporación superficial es más rápida y los suelos, más salinos.

3.1.2 Plagas y enfermedades de las plantas

En la temporada seca se produce la muerte natural de muchos organismos que producen plagas agrícolas, al alterarse este régimen con el riego se incrementan los riesgos de proliferación de estos organismos en cualquier época del año (Arcadio Ríos, 2018).

Mediante el traslado de agua se produce una incidencia de enfermedades, la reducción del flujo básico de un río disminuye también la dilución de las aguas servidas municipales e industriales que se introducen, aguas abajo, causando contaminación y peligros para la salud.

La introducción del sistema de riego se asocia con un aumento, a veces extraordinario, en las enfermedades relacionadas con el agua. Las enfermedades que se vinculan, más frecuentemente, con el riego son dengue cuyos vectores proliferan en las aguas de riego.

Otros riesgos para la salud que se relacionan con el riego incluyen los que están vinculados al mayor uso de agroquímicos, La reutilización de aguas negras para riego puede transmitir las enfermedades contagiosas (principalmente las enfermedades helmínticas y, en un grado menor, las enfermedades bacterianas y virales).

Las aguas transportan semillas y plantas indeseables que producen la proliferación de malezas y la eutrofización, o sea, el incremento de sustancias nutritivas en aguas dulces de lagos y embalses, que provoca un exceso de fitoplancton en los canales de riego y vías acuáticas, aguas abajo.

Además, en los terrenos bajo irrigación se crea un microclima más húmedo, que contribuye a la proliferación de hongos y otros organismos patógenos. (Arcadio Ríos, 2018)

3.1.3 Erosión

Un manejo inadecuado del agua o el uso de sistemas de riego superficial produce la erosión de las capas superficiales del suelo, que son precisamente las que contienen la materia orgánica necesaria para el desarrollo de las plantas.

La erosión que provoca el agua en el suelo es el principal problema con el que se encuentra actualmente la agricultura de regadío. El arranque que hace el agua al pasar lleva a la pérdida de las capas más superficiales y fértiles del suelo, lo que supone una degradación tanto del suelo agrícola como del entorno. Los sistemas de riego por aspersión y riego localizado no suelen provocar riesgo de erosión, siempre y cuando estén bien diseñados y manejados. En cambio, el sistema de riego por superficie tiene mucho más riesgo de erosión y de escorrentía. Los principales efectos de erosión que produce este sistema de riego son:



- Degradación de los surcos de la parcela como consecuencia de un arranque de las partículas y capas superiores del suelo.

- Aumento de los sedimentos en zonas donde el agua circula despacio. Las partículas se depositan en estas zonas y dificultan la infiltración del agua de riego en el suelo.
- Deterioro de los canales de la red de desagüe al no estar bien construidos.
- Contaminación por nitratos Los nitratos están compuestos principalmente por nitrógeno y forman parte de los suelos y las aguas de forma natural. Son uno de los nutrientes fundamentales de las plantas y de otros muchos seres vivos. Como tal, los nitratos son muy beneficiosos e importantes para la agricultura de regadío.

El problema existe cuando se aporta un exceso de nitratos al suelo, como por ejemplo a través del agua de los sistemas de riego, que pueden provocar la contaminación de las aguas para consumo humano, de las aguas subterráneas o de las aguas superficiales.

3.1.4 Compactación

El riego, especialmente en los sistemas por aspersión, produce compactación de las capas superficiales del suelo debido a la presión que ejercen las gotas de agua al caer y al reajuste de las partículas de tierra.

La saturación del suelo es causada, principalmente por el drenaje inadecuado y el riego excesivo, y, en un grado menor, por fugas de los canales y otras obras hidráulicas.

3.1.5 El agua

Los grandes proyectos de riego que represan o desvían las aguas de los ríos, tienen el potencial de causar importantes trastornos ambientales como resultado de los cambios en la hidrología de las cuencas de los ríos. Al reducir el caudal del río, se cambia el uso de la tierra y la ecología de la zona aluvial; se trastorna la pesca en el r, se permite la invasión de agua freática de las tierras aledañas.

El deterioro en la calidad del agua, debido a un proyecto de riego, puede volverla inservible para los otros usuarios, perjudicar las especies acuáticas, y, debido a su alto

contenido de alimentos, provocar el crecimiento de malezas acuáticas que obstruirán las vías fluviales, con consecuencias ambientales para la salud y la navegación.

El sobreuso de las fuentes de abasto causa la disminución de la calidad del agua disponible. El deterioro en la calidad del agua, debido a un proyecto de riego, puede volverla inservible para los otros usuarios y perjudicar las especies acuáticas.

El agua de riego puede contaminar el agua superficial y subterránea con los productos químicos agrícolas, industriales o desechos urbanos o de la ganadería, por el arrastre de estos y su infiltración en el subsuelo.

3.1.6 Filtraciones y escorrentías

Durante el riego se pueden producir filtraciones que generarán un deterioro de la calidad del agua y del suelo y, por lo tanto, un impacto en el medio ambiente. Podemos diferenciar entre dos tipos de filtraciones: filtraciones profundas y la escorrentía.

Filtraciones profundas, que origina el movimiento de las sales del suelo hasta las capas donde no alcanzan las raíces. Esto provoca que las sales lleguen a aguas subterráneas o a aguas de retorno que acabarán en caudales naturales. En los peores casos, las aguas del riego pueden además filtrar productos fitosanitarios perjudiciales para las aguas subterráneas.

Escorrentía, debido a que la acción del agua puede erosionar el suelo. Si estos sedimentos son arrastrados hasta caudales naturales podría contaminar el agua y afectar a seres vivos y estructuras hídricas.

3.1.7 Problemas sociales

Las grandes obras hidráulicas (embalses, canales, sistemas de riego) traen como consecuencia el necesario reasentamiento de poblaciones y el cambio de los estilos de vida de las poblaciones locales. Se modifica el uso de la tierra y la ecología de la zona

aluvial. Se producen reducciones del caudal que disponían los campesinos en algunos lugares y se introducen daños para la salud.

El trastorno social es inevitable en los grandes sistemas de riego que cubren áreas vastas. La gente local, que el sistema de riego desplaza, enfrenta el problema clásico del reasentamiento: se reduce el nivel de vida, se producen mayores problemas de la salud, conflictos sociales, y deterioro de los recursos naturales del área de reasentamiento, la gente que permanece en el área, probablemente, tendrá que cambiar sus prácticas de uso de la tierra y modelos agrícolas.

A menudo, la gente local encuentra que tiene menor acceso a los recursos de agua, tierra y vegetación, como resultado de los sistemas de riego. Las demandas contradictorias, con respecto a los recursos acuáticos, y las desigualdades en su distribución pueden ocurrir, fácilmente, tanto en el área del proyecto, como aguas abajo. Todos estos factores – las prácticas agrícolas cambiantes, y la mayor densidad de la población – pueden tener un efecto profundo en cuanto a los modelos sociales tradicionales.

Los grupos que están expuestos al riego son los trabajadores agrícolas, los consumidores de los vegetales (y la carne) de los campos regados con aguas servidas, y los aldeaños. El riego por aspersión representa un riesgo adicional, debido a la difusión de los patógenos por el aire. Los riesgos varían, según el grado de tratamiento que han recibido las aguas servidas, antes de ser reutilizadas.

BIBLIOGRAFIA

Agro.iberf. (4 de Junio de 2019). *iberf*. Obtenido de iberf: <https://agro.iberf.es/impactos-ambientales-agricultura-regadio/>

Arcadio Ríos. (2018). *ecured*. Obtenido de ecured: https://www.ecured.cu/Impactos_ambientales_del_riego

Gómez, R. F. (2010). Manual de Riego para Agricultores. En Sevilla, *Manual de Riego para Agricultores* (págs. 27-29). Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera

Descubre tu próxima lectura

Si quieres formar parte de nuestra comunidad,
regístrate en <https://www.grupocompas.org/suscribirse>
y recibirás recomendaciones y capacitación



   @grupocompas.ec
compasacademico@icloud.com

compAs
Grupo de capacitación e investigación pedagógica

   @grupocompas.ec
compasacademico@icloud.com

ISBN: 978-9942-33-422-0



9 789942 334220



@grupocompas.ec
compasacademico@icloud.com

compas
Grupo de capacitación e investigación pedagógica