

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE NUTRICIÓN



**“SISTEMAS DE RIEGO TECNIFICADO PARA
LA PRODUCCIÓN DE FORRAJES”**

Trabajo Monográfico para optar el Título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

(Modalidad Examen Profesional)

JOSÉ LAURO BONIFACIO VIVANCO

Lima – Perú

2020

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE NUTRICIÓN

**“SISTEMAS DE RIEGO TECNIFICADO PARA
LA PRODUCCIÓN DE FORRAJES”**

Trabajo Monográfico para optar el Título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

(Modalidad Examen Profesional)

JOSÉ LAURO BONIFACIO VIVANCO

Sustentado y Aprobado ante el siguiente Jurado:

Ing. Wilder Trejo Cadillo
Presidente

Ing. Jorge Gamarra Bojorquez
Patrocinador

Dra. Lucrecia Aguirre Terrazas
Miembro

Ing. Alberto Barrón López
Miembro

A mis padres, cuyo ejemplo me inspiró a desarrollar mi carrera, plantear mis metas y objetivos sin limitaciones.

A mi familia: mi esposa Juana, por su paciencia y comprensión. A mis hijos: Mariana, por su energía y sueños; Rodrigo, por sus sabios consejos y grandes metas; y Luciana, por su optimismo y cariño.

AGRADECIMIENTO

- Al profesor Pomasunco, maestro de Primaria y mis colegas de la Promoción – 1988 del Colegio Inca Pachacutec de Julcán – Jauja.
- A mi patrocinador de monografía, Ing. Jorge Gamarra, por su apoyo y motivación en el desarrollo de la presente.
- A los miembros del jurado, Ing. Wilder Trejo, Dra. Lucrecia Aguirre, y Dr. Alberto Barrón.
- A mis profesores de la Facultad de Zootecnia, por todo el aporte brindado en mis años de estudio; especialmente, al Dr. Manuel Rosemberg, y al Ing. Jaime Vega.
- A la Empresa Comunal San Ignacio de Junín; particularmente, el Ing. Fredy Estrella y la Srta. Vilma Espinoza por asistencia.
- A todas aquellas personas que han contribuido, en el desarrollo y culminación de la presente monografía.

ÍNDICE

	PÁGINA
RESUMEN	1
I. INTRODUCCIÓN	2
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 DIAGNÓSTICO DEL ÁMBITO GENERAL	4
2.2 ESTADÍSTICAS	5
2.3 POTENCIAL PARA LOS SISTEMAS DE RIEGO	7
2.4 PORQUE USAR LOS SISTEMAS DE RIEGO TECNIFICADO	8
2.5 DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES SISTEMAS DE RIEGO	9
2.5.1 Riego por gravedad o inundación	10
2.5.1.1 Ventajas	10
2.5.1.2 Desventajas	10
2.5.2 Sistema de riego por aspersión	11
2.5.2.1 Ventajas	13
2.5.2.2 Desventajas	13
2.5.3 Sistema de riego por goteo	19
2.5.3.1 Ventajas	21
2.5.3.2 Desventajas	22
2.5.4 Sistema de riego por microaspersión	22
III. EXPERIENCIAS SOBRE LA UTILIZACIÓN DE SISTEMAS DE RIEGO EN LA PRODUCCIÓN DE FORRAJES	24
3.1 USOS DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN	24
3.2 USOS DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO	25
3.3 USOS DEL SISTEMA DE RIEGO POR MICROASPERSIÓN	26
3.4 EXPERIENCIA SOBRE LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE RIEGO POR ASPERSIÓN PARA PASTOS CULTIVADOS - EMPRESA COMUNAL SAN IGNACIO DE JUNÍN	26

3.4.1 Empresa comunal San Ignacio de Junín	27
3.4.2 Presupuesto inicial para la implementación de un sistema de riego por aspersión para 30 has, asociación Rye Grass – Trébol.	27
IV. CONCLUSIONES	29
V. RECOMENDACIONES	30
VI. BIBLIOGRAFÍA	31
VII. ANEXO	34

ÍNDICE DE CUADROS

NÚMERO		PÁGINA
1.	Superficie agrícola y no agrícola y sus componentes.	6
2.	Superficie agrícola bajo riego, según las regiones naturales 2012.	7
3.	Lista de precios de materiales y componentes para instalar un sistema de riego por aspersión.	28

ÍNDICE DE FOTOS

NÚMERO		PÁGINA
1.	Sistema de riego por gravedad.	11
2.	Tipos de Aspersores.	14
3.	Sistema de riego por aspersión equipo fijo.	15
4.	Sistema de riego por aspersión con equipo semimóvil.	15
5.	Sistema de riego por aspersión con equipo móvil.	16
6.	Sistema de riego por aspersión con cañón viajero.	17
7.	Sistema de riego por aspersión con pivote central.	17
8.	Terreno sistema de riego por aspersión con pivote central.	18
9.	Sistema de riego por aspersión con pivote lateral.	18
10.	Sistema de riego por goteo para maíz chalero.	19
11.	Componentes del sistema de riego por goteo.	21
12.	Sistema de riego por microaspersión.	23

RESUMEN

El presente trabajo, pretende mostrar los principales sistemas de riego de la variedad de tecnologías orientadas a la optimización del uso del agua, que pueden ser implementadas con miras a tener una actividad ganadera rentable y competitiva. En la Revisión Bibliográfica, presento un diagnóstico de nuestro país, basados en las estadísticas del IV Censo Nacional Agropecuario, las áreas aptas para la agricultura y ganadería; y se describen los principales Sistemas de Riego que pueden ser utilizados para regar los terrenos, para la producción de pastos y forrajes, indispensable para una ganadería sustentable. En el siguiente capítulo expongo, en forma sucinta y general, mis experiencias en el uso de los principales sistemas de riego tecnificado para la producción de pastos y forrajes. Y presento el presupuesto inicial para la instalación de un sistema de riego por aspersión para 30 has de pasturas asociadas en la hacienda San Ignacio de Junín. En base a mi experiencia, más de 15 años en el rubro, puedo concluir que existe muy poca información sobre los sistemas de riego aplicados en las áreas ganaderas; aunque, en la última década he podido revisar más material bibliográfico sobre sistemas de riego en forma general. Los sistemas de riego tecnificado pueden ser instalados por inversionistas privados y públicos, para terrenos de diversos tamaños en todo el territorio nacional; ya que el costo inicial para la implementación, a pesar de ser algo elevado, es primordial para mejorar la producción. Se recomienda que los diversos proyectos que usen estas tecnologías reporten sus experiencias y sean publicadas para contar con mayor información; que el sector financiero apoye estos proyectos que usen sistemas de riego tecnificado; y que el gobierno y el sector privado, implementen programas a nivel nacional para mejorar el uso del agua aplicando riego tecnificado con asesoría y capacitación permanente.

Palabras claves: Sistemas de riego, riego tecnificado, aspersión y goteo.

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú y a nivel mundial, en las últimas décadas se ha acentuado la escasez del recurso hídrico; que es derivado de la gran competencia en sus diversos usos: consumo humano, industria, minería, áreas verdes, etc. Los sistemas de riego tecnificado surgen ante la necesidad de optimizar el uso del agua, incrementar las áreas cultivadas bajo riego y mejorar los niveles de productividad.

El avance de la tecnificación de los sistemas de riego en el Perú, realmente es insignificante considerando el gran potencial que tenemos. Esta situación obliga a desarrollar e implementar estas tecnologías para optimizar su uso; debiendo ser adaptadas a nuestra realidad y adecuarlas para ser aplicadas por los agricultores y ganaderos. Por otro lado, se requiere también un impulso de las políticas de estado, que deben promover la tecnificación del sector agropecuario.

Mejorar los sistemas de riego es un objetivo primordial si queremos tener sistemas de producción sustentables y rentables que permitan la conservación del medio ambiente y la mejora de las condiciones de vida de las familias dedicadas a la agricultura y ganadería. Sin embargo, no solo existe el problema de la escasez del agua, también hay un grave problema por la aplicación del sistema de riego por gravedad, en la cual se pierde entre el 50 al 70% del agua de riego disponible, sin considerar el agua que se pierde en la estación lluviosa por la falta de infraestructura de almacenamiento y distribución adecuada.

Los sistemas de riego tecnificado permiten la optimización del uso del agua y, en consecuencia, el incremento de las áreas cultivadas bajo riego; también, permiten el incremento de los niveles de producción (entre 50% al 100%) mejorando tanto en cantidad como en calidad, disminuyendo la estacionalidad de la producción, y otros factores como: erosión, heladas, topografía etc. También, permite optimizar el uso de la mano de obra, que cada día está más escasa en el sector rural, debido a las altas tasas de migración. Todo esto

repercute en el desarrollo del sector agropecuario y en la mejora de la calidad de vida de los productores.

En la actualidad, existe muy poca información sobre el uso de los sistemas de riego tecnificado para la producción de pastos y forrajes, indispensables para el desarrollo ganadero sustentable. El cual, me conduce a elaborar este trabajo, con los siguientes objetivos:

1. Revisar la bibliografía existente sobre los diferentes tipos de sistemas de riego tecnificado disponibles y su aplicación en la producción forrajera.
2. Describir las experiencias en la utilización de estos sistemas de riego y su aplicación en los principales cultivos de pastos y forrajes.
3. Presentar el presupuesto inicial para la implementación de un sistema de riego tecnificado para el manejo de pastos cultivados en el departamento de Junín.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 DIAGNÓSTICO DEL ÁMBITO GENERAL

El Perú, ubicado en el hemisferio sur y el arte centro-occidental de América del Sur, cuenta con una extensión de 128'521,560 has. y se extiende sobre las tres regiones geográficas: Costa, Sierra y Selva. Se divide en 8 pisos ecológicos o regiones geográficas naturales: Chala, Yunga, Quechua, Suni, Puna, Cordillera, Selva Alta y Selva Baja. (Pulgar Vidal, 1941)

Existen 2'213,506 unidades agropecuarias, y aprovechan un total de 38'742,465 has de tierra de las cuales 7'125,007.64 has son de uso agrícola y 18'018,794.60 has son de pastos naturales (Tabla 1).

“Del total de la superficie del territorio nacional (1 285 215,60 Km²), según el Censo Agropecuario 2012, el 30,1% está dedicado al desarrollo de la actividad agropecuaria, comparado con el Censo de 1994, se ha incrementado en 3 360,7 miles de hectáreas, es decir, la superficie agropecuaria se amplió en 9,5%, en los últimos 18 años” (INEI, 2014). “En el 2016, según el tipo de actividad que realizan en la unidad agropecuaria, el 78,0% de los pequeños y medianos productores/as realiza actividad agropecuaria, el 19,2% es agrícola y el 2,8% son productores/as pecuarios. En los grandes productores/as el 47,3% realizo actividad agropecuaria, el 35,8% agrícola y el 17,0% pecuario... del total de productores/as que cuentan con riego en su unidad agropecuaria, el 45,2% de grandes productores/as emplearon riego tecnificado y de los pequeños y medianos solo el 17,1%. En relación al sistema de riego utilizado, el riego por goteo es empleado por el 78,8% de los grandes productores/as, mientras que el riego por aspersión es utilizado por el 85,2% de los pequeños y medianos productores/as” (INEI, 2017).

Según INEI (2012), las áreas con riego permanente, representan el 31.5% (1'729,064.66 has), de las cuales se destinan para la producción forrajera solamente el 23% (398,181.05 has).

“Por otro lado, aproximadamente 57.8% del territorio nacional puede ser aprovechado en actividades productivas, utilizándose actualmente solo un 27.5% (16'849,176.52 has). Por lo tanto, hay un potencial que puede ser utilizado” (INEI 2012).

2.2 ESTADÍSTICAS

Según las cifras del IV Censo Agropecuario de 2012, el riego tecnificado por goteo y aspersión sólo es usado por el 1.9% del total del área agrícola bajo riego, por lo general en predios medianos y grandes ubicados en la costa. El 97.4% de las unidades agrícolas bajo riego lo hacen por gravedad o inundación, lo cual conlleva perder grandes volúmenes de agua por filtración o evaporación y la creciente depreciación de los suelos por erosión o salinización. Como se observa en la Tabla 2, la superficie agrícola bajo riego, según regiones naturales, es casi la tercera parte del total de hectáreas concentrándose la mayoría en la Costa.

Sin embargo, para una agricultura mayoritariamente parcelaria y descapitalizada resulta, si no imposible, muy difícil poder acceder a equipos de riego que requieren alta inversión, con el inconveniente adicional de que no existen en el mercado módulos de riego tecnificado para áreas pequeñas.

La Revista Agraria (CEPES, 1999), presenta información relevante:

“Las cifras del riego

- La superficie agrícola del Perú es de 5'891 mil has, de ese total el 70% es cultivada en seco.
- El 50% de la superficie agrícola bajo riego (877 mil has) es regada exclusivamente con agua que proviene de ríos, y sólo el 7.7% (134,793 has) utiliza agua de reservorios. Casi la cuarta parte de las unidades agropecuarias con tierras bajo riego se abastecen exclusivamente de manantiales o puquiales.
- 82% de las unidades agropecuarias, que incluye el 79.1% de la superficie agrícola bajo riego, posee canales sin ningún revestimiento. Apenas 5,682 unidades agropecuarias del país tienen la totalidad de canales o acequias revestidas.
- 97.4% de las unidades agropecuarias con tierras irrigadas lo hacen exclusivamente por gravedad.”

Cuadro 1: Superficie Agrícola y no agrícola y sus componentes

PERÚ	TOTAL UA con Tierras	SUPERFICIE AGRÍCOLA			SUPERFICIE NO AGRÍCOLA				TODA OTRA CLASE DE TIERRAS	
		TOTAL	BAJO RIEGO	EN SECAÑO	TOTAL	PASTOS NATURALES		MONTES Y BOSQUES		
						TOTAL	MANEJADOS			NO MANEJADOS
Número de UA	2213506	2128087	948183	1510226	1328168	640888	259550	470212	422090	974463
Superficie	38742464.51	7125007.64	2579899.83	4545107.79	31617456.87	18018794.6	1559337.41	16459457.21	10939274.4	2659387.83

Fuente: INEI – IV CENAGRO

Cuadro 2: Superficie agrícola bajo riego, según las regiones naturales 2012.

Región Natural	Total		Riego	
	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%
Total	7 125007.77	100.00	2 579899.68	100.0
Costa	1 686777.58	23.7	1469422.56	57.0
Sierra	3 296008.11	46.3	989481.65	38.4
Selva	2 142222.09	30.1	120995.58	4.7

Fuente: INEI, 2012

2.3. POTENCIAL PARA EL DESARROLLO DE LOS SISTEMAS DE RIEGO

En la actualidad, el Perú cuenta con un enorme potencial ganadero, con 2'260,973 unidades agropecuarias, que manejan praderas naturales y terrenos aptos para el cultivo de pastos. La principal dificultad, para el desarrollo ganadero, viene a ser la carencia de recursos forrajeros disponibles, derivado de la escasez de terrenos bajo riego, o por la topografía complicada.

“El Perú tiene 16'906,000 has de pastos naturales de los cuales solo el 3.72% es manejado en forma adecuada; además contamos con 1'729,064.66 has de tierras bajo riego, en las cuales se siembran apenas 398,181.05 has (23% de las tierras bajo riego). Los principales cultivos forrajeros que se tienen son alfalfa 120,713.12 has, Brachiaria 109,721.14, pasto elefante 62,246.43 has y Rye Grass con 12, 821.36 has” (Banco Mundial, 2013)

Existen limitantes para que no se tengan grandes extensiones de pastos cultivados es precisamente la falta de agua de riego, carencia de una infraestructura adecuada y de las tecnologías para una mejor utilización. Además, hay terrenos dedicados a la agricultura y por la baja calidad de este sector, se presenta como una buena alternativa la siembra de pastos cultivados (Cornejo, 2012).

Con el incremento de la producción forrajera se asegura un suministro alimenticio estable a lo largo del año, que es la base para mejorar los niveles de producción de leche, carne, lana, pieles y otros subproductos; mejorando con ello las condiciones de vida de la población rural. Teniendo mejores perspectivas frente al mercado por el abastecimiento

continuo de productos a lo largo del año, disminuyendo la estacionalidad histórica de muchos productos, tales como la leche y la carne. (FAO, 2013).

Los sistemas de riego tecnificado, son una alternativa para el uso eficiente del agua y el incremento de las áreas de cultivo de pastos; 70-85% de eficiencia en sistemas de riego por aspersión y 86-95% en los sistemas de riego por goteo, en comparación de una eficiencia de 40-50% de los sistemas tradicionales de riego (DGIAR, 2015).

Masal (2002) manifiesta que, por las características topográficas de nuestro territorio nacional, especialmente valles interandinos, existe un potencial de energía hidráulica desperdiciada (caídas de agua), que son la base para el diseño e implementación de los sistemas de riego; por lo que inciden en una disminución importante en el costo de inversión y operación de los sistemas de riego tecnificado.

2.4 PORQUE USAR LOS SISTEMAS DE RIEGO TECNIFICADO

El cultivo de pastos y el manejo de praderas naturales, es un medio eficaz para evitar el deterioro de nuestro ecosistema por la erosión, mantener el equilibrio de recursos energéticos y garantizar la optimización de la productividad (Banco Mundial, 2013).

Debemos tener en cuenta que los productores pecuarios en su mayoría, tienen la esperanza de mejorar sus condiciones de vida, mediante el incremento de su producción; sin embargo, es importante contar la asesoría técnica adecuada, y del apoyo crediticio efectivo.

Entonces, no es exagerado pensar en que cambios tecnológicos como la implementación de sistemas de riego tecnificado, pueden adaptarse sin problemas a cualquiera de nuestras condiciones climáticas, ya sea en costa, sierra y selva y pueden ser fácilmente asimilados por nuestros productores. (ver Anexo 1)

El incremento de la producción de pastos cultivados, con la utilización de los sistemas de riego tecnificado es importante, estimándose en incremento mínimo de 60 a 100%, con lo cual se puede incrementar nuestro hato ganadero o simplemente mejorar el ya existente (FAO, 2013).

El riego tecnificado tiene la ventaja de ahorrar entre un 40% a 60 % de agua; un recurso escaso en la mayor parte de la sierra, costa y selva, al permitir que el agua llegue a la planta en la cantidad necesaria y la oportunidad adecuada. Para las zonas altoandinas supone la posibilidad de aprovechar la estacionalidad de las lluvias para utilizarlas en épocas de estiaje. El impacto en el rendimiento de los cultivos es considerable tanto en cantidad como en calidad (WWF, 2005).

2.5 DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES SISTEMAS DE RIEGO

A lo largo de la historia humana, el uso del agua ha tenido muchas transformaciones, se tienen evidencias del uso del agua de culturas muy antiguas, en las cuales se construían acueductos, canales, reservorios, etc. El Perú prehispánico fue esencialmente agrícola y para ello sus principales culturas dependieron del agua como elemento vital para su desarrollo; la escasez de este recurso fue uno de los principales factores que generó una preocupación por asegurar su disponibilidad, prueba de ello son sus grandes obras hidráulicas. En la actualidad nuestra agricultura mantiene su actividad supeditada al agua, habiendo una peligrosa tendencia hacia la escasez hídrica (Valdez, 2006).

El uso de los sistemas de riego tecnificado, nace ante la necesidad de incrementar la producción alimenticia debido a la creciente escasez del agua y las dificultades geográfico – climáticas de muchas regiones del mundo (Banco Mundial, 2013)

Uno de los países con más desarrollo en las tecnologías de riego tecnificado es Israel, que es un país árido y con pocas fuentes de agua; por lo tanto, se adaptaron a estas condiciones adversas, hasta manejar una agricultura moderna y con los índices de productividad más altos del mundo. Otros países con alto desarrollo en tecnologías de riego son: Estados Unidos, Francia, Italia, Brasil, México y China (Intrigliolo y Miras, 2018).

En el Perú, el uso de sistemas de riego tecnificado es limitado, aplicado especialmente, a nivel de las grandes explotaciones de la costa y en poca escala en la sierra; básicamente en cultivos agrícolas. Aún, no hay información sobre el uso de sistemas de riego tecnificado para la producción de pastos y forrajes. A continuación se describe los principales sistemas de riego en forma general.

2.5.1 Riego por gravedad o inundación

Forma tradicional de riego por gravedad (en base a melgas y surcos), se ha practicado en todo el mundo en las más diversas combinaciones y circunstancias; este sistema o método predomina hasta la fecha desde hace miles de años (Valdez, 2006).

Este sistema de riego por gravedad, consiste en desviar una fuente de agua abastecedora de un campo hacia los surcos y/o camellones, dejando que el agua fluya cuesta abajo por gravedad (Figura 01). Como regla general, mediante la conducción a cielo abierto y los métodos de riego superficiales; pero, casi solo la mitad del agua descargada llega a las plantas (Fuentes, 2003).

A continuación, se presentan las principales ventajas y desventajas del sistema descritas por Sánchez (2005).

2.5.1.1 Ventajas:

- La inversión es menor: tan solo los canales.
- No hace falta que el agua esté tan limpia.
- El viento y el calor no tiene casi influencia.
- No necesita presión y por lo tanto no necesita fuente de energía.
- No moja toda la planta, evitándose algunas enfermedades fungosas.
- Solo tenemos que llevar la herramienta necesaria para regar.

2.5.1.2 Desventajas:

- Mayor volumen de agua por unidad de superficie.
- Peligro de acumulación de agua, provocando encharcamiento, salinización pérdida de aireación del suelo y problemas de drenaje.
- Costosa preparación del terreno incluyendo cuidadosos levantamientos topográficos, movimientos de tierras y nivelación del mismo.
- Necesidad de cuidado en la aplicación del agua del riego (carga apropiada y ajustable del agua) vigilancia continua.

- En suelos arenosos se dificulta por su alta permeabilidad, teniendo que recurrir al uso de canales revestidos, incrementando la inversión.
- Labor permanente de mantenimiento y limpieza de canales y acequias.
- Se provoca la erosión de los suelos.



Foto 1. Sistema de riego por gravedad.
Fuente: <http://jeffersontiposderiegos.blogspot.com>

2.5.2 Sistema de riego por aspersión

Los sistemas de riego por aspersión, utilizan el principio de simulación de una lluvia en todos sus aspectos, con la excepción de que esta lluvia puede ser controlada tanto en el tiempo como en su intensidad. Se basa en el principio de que el agua es llevada a presión mediante tuberías de presión regulable hasta un sistema de emisores que son los aspersores, los cuales se encargan de distribuir el agua uniformemente. Se clasifican en (Molina y Ruiz, 2010):

- Sistema convencional
- Aspersores de baja presión
- Aspersores de presión media (mini cañones)
- Aspersores de alta presión (cañones)
- Sistema mecanizado
- Cañón viajero
- Enrolladotes - carretes
- Pivote Central y Multicentro
- Pivote lateral

El tiempo de riego es el tiempo que un aspersor está en una misma posición, para lo cual debemos conocer los requerimientos hídricos del cultivo (ETP), expresado en milímetros por día (mm/día). (Fuentes, 2003). La duración del tiempo de riego dependerá de los siguientes factores climáticos: temperatura promedio diaria, humedad relativa, altitud (m.s.n.m.). Así mismo, del tipo de suelo y la edad fenológica de las plantas (García C. y Briones S., 2015).

Este sistema de riego tecnificado está integrado por los siguientes componentes (Fuentes (2003):

- **Fuente de agua:** Las fuentes de agua pueden ser ríos, canales, lagunas, reservorios, puquiales, etc.
- **Unidad de presión:** Es el elemento encargado de generar la presión de agua en el sistema, la cual puede ser producida por bombeo y por caída natural de agua.
- **Redes troncales, matrices y secundarias:** Son las tuberías o mangueras, encargadas de conducir y distribuir el agua hasta los hidrantes y puntos de conexión de los emisores.
- **Líneas de riego:** Las líneas de riego pueden ser fijo o móvil siendo esta última la que más se utiliza. En ambos casos, se tiene como función: distribuir el agua de regadío por todo el sector de riego en forma presurizada. Consisten de tuberías de PVC enterradas o Aluminio y mangueras de PE extendidas en la superficie del terreno, cuyos diámetros son calculados de tal manera que en cada hidrante exista la presión suficiente para que los aspersores funcionen correctamente.
- **Aspersores:** Son los emisores encargado de distribuir el agua en el terreno de forma homogénea. Existen diversos tipos en el mercado y la elección correcta estará en

función de las características propias del equipo y de nuestros requerimientos. (Figura 2).

A continuación, se describen las principales ventajas y desventajas del sistema (Sánchez, 2005).

2.5.2.1 Ventajas:

- Se requiere de un menor volumen de agua por unidad de superficie, ya que su eficiencia alcanza aproximadamente a 80% más.
- Se evita el exceso de riego y los problemas de encharcamiento y problemas con la salinización.
- El riego puede programarse más fácilmente, de acuerdo a las necesidades de las plantas.
- No es necesario hacer minuciosas nivelaciones de suelo.
- El suelo se moja más uniformemente lográndose una mayor producción.
- Nuevas tierras de poca profundidad y mala topografía pueden ser incorporadas a la agricultura.
- Se necesita menos mano de obra. Tan solo colocar los aspersores y cambiarlos de posición cuando haga falta.

2.5.2.2 Desventajas:

- Hace falta invertir en materiales: tuberías, mangueras, aspersores, etc.
- El viento y el calor influyen negativamente en el consumo del agua, y el riego ya no es uniforme.
- Es necesaria una fuente de energía para dar presión.
- Al regar se moja toda la planta, lo que puede favorecer la aparición de algunas enfermedades fungosas.
- Si el sistema es portátil, adicionalmente se tiene que llevar y recoger el equipo de la chacra para evitar los robos.
- Se necesita que el agua este muy limpia.



Foto 2. Tipos de aspersores.
Fuente: <http://www.acuazul.net>

2.5.2.3 Formas de realizar la aspersion (Sánchez, 2005)

- a) **Sistema convencional:** Es aquel que emplea tuberías principales y laterales de riego, por lo general de desplazamiento manual.

Esta modalidad puede ser:

Equipo fijo: La unidad de presión, las tuberías principales, secundarias y laterales con aspersores; permanecen en el área a regarse y la aspersion se hace simultáneamente en todo el campo. Esta forma de riego es poco usual debido a su alto costo (Figura 3).

Equipo Semimóvil: La unidad de presión, tuberías principales y secundarias permanecen fijas y los laterales permanecen móviles o la unidad de presión fija y todas las tuberías móviles (Figura 4.).

Equipo móvil: La unidad de presión, las tuberías principales, secundarias y los emisores se desplazan por todo el campo (Figura 5).



Foto 3. Sistema de riego por aspersión equipo fijo.
Fuente: <http://hidroponia.mx/canon-de-riego/>



Foto 4. Sistema de riego por aspersión con equipo semimóvil.
Fuente: Elaboración propia



Foto 5. Sistema de riego por aspersion equipo móvil.
Fuente: Elaboración propia

b) Sistema mecanizado: El desplazamiento del o los emisores de agua se realiza mecánicamente, semejante a un riego automatizado. Bajo esta forma se pueden agrupar los siguientes equipos (Calderón, 2002):

Cañón viajero o autopropulsado: Consta de un tambor, donde se monta una tubería flexible enrollable y en su extremo se ubica un trineo el que a su vez sirve de soporte al aspersor (cañón). Esta tubería se extiende en el campo y al hacer funcionar el equipo, aprovecha la presión del agua para recoger la tubería con el aspersor en pleno funcionamiento (Figura 6.)

Pivote central: Consta de un brazo provisto de boquillas o aspersores. Este brazo descansa sobre ruedas que permiten su desplazamiento sobre el campo, el cual lo hace en forma circular. La alimentación del agua se hace a través de una tubería que actúa como eje. (Figuras 7 y 8).

Pivote lateral: es una variante del pivote central, el cual consiste en hacer un desplazamiento lateral en lugar de un movimiento circular. La fuente de agua en este

sistema, puede ser un canal o tubería con hidrantes que se ubican en forma paralela al equipo sobre los cuales se desplaza (Figura 9).



Foto 6. Sistema de riego por aspersión con cañón viajero.
Fuente: <http://www.agriexpo.online>



Foto 7. Sistema de riego por aspersión con pivote central.
Fuente: <http://agriculturers.com/riego-pivote-central/>



Foto 8. Terreno regado con sistema de riego por aspersión con pivote central
Fuente: Catálogo Otech GROUPE IRRIMEC



Foto 9. Sistema de riego por aspersión con pivote lateral
Fuente: Catálogo Otech GROUPE IRRIMEC

2.5.3 Sistema de riego por goteo

El riego por goteo es de muchas maneras, una forma diferente de regar los cultivos. Se aplican en pequeñas cantidades de agua a medida que la planta las necesita, por lo general diariamente. El objetivo es lograr el nivel más alto de eficiencia para obtener la máxima producción posible con el mínimo de agua (Goyal, 2007).

Bajo este sistema se agrupa a los diferentes tipos de riego localizado como es el riego por goteo propiamente dicho (gotero tipo botón o tubería de goteo - cintas) (Figura 10).

Ambos sistemas aplican el agua en pequeñas cantidades, directamente a la zona radicular de la planta a intervalos regulares y en cantidades precisas como para mantener el suelo con una humedad apropiada (capacidad de campo) y pueda ser aprovechada ventajosamente por la planta (González, 2007).

La diferencia de estos sistemas consiste en el dispositivo que emplean para distribuir el agua en el campo, su vida útil y su costo. Así tenemos, que en el riego por goteo el emisor es el gotero, el mismo que se inserta en una manguera ciega de polietileno, mientras que, en las cintas de riego, la unidad emisora está conformada por un gotero integrado de régimen turbulento expandible (Goyal, 2007).



Foto 10. Sistema de riego por goteo para maíz chalero.
Fuente: Elaboración propia

Este sistema de riego tecnificado está integrado por los siguientes componentes (Sánchez, 2005):

- **Fuente de agua:** Las fuentes de agua pueden ser ríos, canales, lagunas, reservorios, puquiales, etc. Sin embargo, se requiere adicionalmente de un prefiltrado.
- **Unidad de presión:** Es el elemento encargado de provocar la presión de agua en el sistema, la cual puede ser producida por bombeo y por caída de agua.
- **Cabezal de riego:** Es uno de los componentes vitales del sistema y consta de las siguientes partes:
 - **Sistema de distribución:** Comprende la línea principal, las secundarias o laterales, los tubos alimentadores y las tuberías de goteo (manguera de polietileno o cintas de riego).
 - **Filtros:** Son esenciales y pueden considerarse como el componente más importante del sistema. Tienen como función retener las partículas contenidas en el agua con la finalidad de evitar la obstrucción de los emisores de riego (goteros, tuberías de goteo, etc.).

En la Figura 11, se muestran los componentes del Sistema de Riego por goteo comúnmente utilizado.

Las opciones de un sistema de riego por goteo incluyen: (1) el controlador, que puede ser un simple reloj electrónico o por computadora, y (2) el sistema para aplicar fertilizante con el agua de riego, que comprende bombas hidráulicas, bombas eléctricas, sistemas venturi, etc. (Castañón, 2000).

Los componentes y opciones a escoger, además de la forma de las conexiones, depende del tamaño del sistema, la fuente de agua, el cultivo en cuestión y de que tecnología se desea que sea el sistema de riego. A continuación se presenta las principales ventajas y desventajas del sistema de riego.

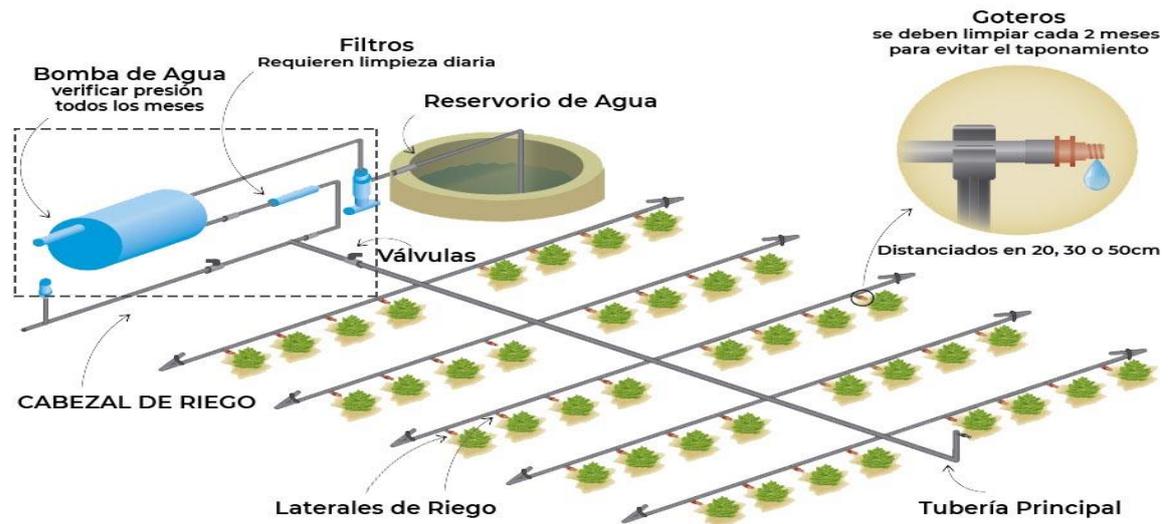


Foto 11. Componentes del sistema de riego por goteo.

Fuente: Fuente: <http://www.agriexpo.online>

Las principales ventajas y desventajas del sistema (Goyal, 2007).

2.5.3.1 Ventajas:

- Las ventajas son las mismas enunciadas en el riego por aspersión, además de las siguientes:
- Pueden aprovecharse pequeñas fuentes de agua, pues el riego por goteo requiere menos de la mitad del agua necesaria para un sistema de riego por aspersión.
- Se consiguen eficiencias de 90 a 95% ya que la evaporación disminuye considerablemente.
- Costos de operación y mano de obra generalmente menores, y posibilidad de alto grado de automatización.
- Se reduce el crecimiento de las malezas sobre todo entre las hileras de las plantas.
- Menos enfermedades de las plantas, ya que las hojas permanecen secas.
- Requieren presiones más bajas de operación, por lo tanto, menos energía para el bombeo.
- Permite regar terrenos dispares con condiciones variadas de suelo.
- Se pueden aplicar simultáneamente con el riego; los fertilizantes solubles (fertirrigación) y algunos insecticidas.
- Se pueden utilizar aguas salinas, depende de la tolerancia del cultivo.
- Reduce la erosión y la lixiviación del suelo.

2.5.3.1 Desventajas:

- Mayor inversión inicial por unidad de superficie que otros sistemas de riego.
- Requisitos administrativos altos: un retraso de las decisiones de operación puede causar daños irreversibles al cultivo.
- No permite protección contra heladas como los sistemas de aspersión.
- El daño de roedores, insectos y humanos a las tuberías de goteo causa fuga y reparaciones.
- Las pequeñas aberturas de los goteros se obstruyen fácilmente y requieren filtración cuidadosa del agua.
- La distribución del agua en el suelo queda limitada.
- Si bien la inversión inicial es alta, la misma se ve compensada con los ahorros que existen en cuanto a nivelaciones del terreno, menor empleo de la mano de obra para realizar el riego, la aplicación de algún fertilizante y lo más importante, hay una respuesta positiva de la planta en lo referente a incremento significativo de la producción.

2.5.4 Sistema de riego por microaspersión:

Este sistema de riego aplica el agua a manera de una lluvia fina y suave, se le puede considerar como un riego localizado ya que la humedad se esparce en la zona radicular de la planta. Se le emplea generalmente en frutales arbóreos como cítricos, olivos, etc. Constituye un riego sub arbóreo (Molina y Ruiz, 2010). Los componentes de equipo de riego de este sistema son los mismos utilizados en el riego por goteo a excepción de los emisores que para este caso son los “microaspersores”, los cuales pueden esparcir el agua en forma de gotas (lluvia fina) o nebulizada (Figura 12).



Foto 12. Sistema de riego por microaspersión.
<https://www.bahingsa.com/productos/riego>

III. EXPERIENCIAS SOBRE LA UTILIZACIÓN DE SISTEMAS DE RIEGO EN LA PRODUCCIÓN DE FORRAJES.

Habiéndome desempeñado en el rubro de tecnologías de riego y afines, con más de 15 años de experiencia, se han ejecutado una gran cantidad de proyectos sobre sistemas de riego muy sobresalientes, que pueden ser referentes para impulsar el desarrollo ganadero peruano. La gran mayoría se ha implementado en áreas agrícolas, muy pocos en áreas destinadas para la ganadería es decir pastos naturales y pasturas.

En la última década, se han incorporado algunas hectáreas de terrenos elevados, donde nunca habían tenido riego tecnificado; pero, se requiere utilizar unidades de bombeo. Además, con la construcción de reservorios y represas de agua, se evitó la estacionalidad de la producción, pues el almacenamiento permitió no depender de las lluvias o avenidas de agua.

3.1 USOS DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN

Los proyectos que usaron sistemas de riego por aspersión se desarrollaron a nivel de todas las regiones del país, costa, sierra y selva.

Los proyectos abarcaron unidades de producción, pequeñas, medianas y grandes, principalmente para pastos cultivados.

Las variedades de forrajes regados fueron: Maíz chalero, alfalfa, pastos asociados, gramíneas, pastos naturales, forrajes tropicales, pasto elefante, germinados forrajeros, etc.

Con el sistema de riego por aspersión, se pudieron ganar muchas áreas de secano, ampliando los terrenos de cultivo regables, por la razón que el agua es conducida a través de tuberías y mangueras, permitiendo llegar a lugares inaccesibles sin ninguna dificultad.

Con el sistema tecnificado, se puede regar terrenos de cualquier conformación, inclusive no es necesario hacer costosos trabajos de nivelación y de problemas de límites, abarcando mayores áreas regables en los terrenos.

Se utilizó una gran variedad de aspersores para cada tipo de forraje, parcela, clima, etc.

Lo más resaltante de los sistemas de riego por aspersión, es el incremento exponencial de la producción forrajera en calidad y cantidad, permitiendo elevar la capacidad de carga por hectárea.

3.2 USOS DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Los proyectos que usan sistema de riego por goteo fueron desarrollados principalmente en la costa peruana.

Los proyectos abarcaron unidades de producción, pequeñas, medianas y grandes, principalmente para pastos cultivados en surcos o melgas.

Las variedades de forrajes regados fueron: Maíz chalero, pasto elefante, camote forrajero, alfalfa, etc.

Con este sistema, se pudieron utilizar terrenos de diversas características, especialmente arenosos y pobres en nutrientes, pues los fertilizantes y aditivos son inyectados a través del agua, con el método del fertirriego.

Se utilizó una amplia variedad de emisores de goteo; cintas de riego, mangueras con goteros integrados, goteros tipo botón, etc.

Lo más resaltante de los sistemas de riego por goteo, es la altísima eficiencia en el uso del agua, permitiendo regar grandes extensiones con un mínimo uso del agua y evitando la pérdida por que se aplica la cantidad de agua necesaria para cada planta.

3.3 USOS DEL SISTEMA DE RIEGO POR MICROASPERSIÓN

Los proyectos que usan el sistema de riego por microaspersión se desarrollaron en todas las regiones para cultivos forrajeros en pequeñas extensiones o terrenos muy complicados.

Los proyectos abarcaron unidades de producción principalmente pequeñas, para cualquier tipo de pastura.

Las variedades de forrajes regados fueron: alfalfa, ryegrass, pastos asociados, tréboles, germinado de forrajes, etc.

Con este sistema, se pudieron utilizar terrenos complicados como terrazas y laderas de mucha pendiente, inclusive cultivos asociados con frutales o árboles forestales. Al igual que en el riego por goteo, se puede regar terrenos arenosos y pobres en nutrientes, pues los fertilizantes y aditivos pueden ser inyectados a través del agua, con el método del fertirriego.

Se utilizó varios tipos de microaspersores, tales como de impacto, bailarina, nebulización. Autocompensados y no compensados.

Lo más resaltante de este sistema, es que se puede usar en cualquier tipo de terreno, ya sea de pequeña extensión.

3.4 EXPERIENCIA SOBRE LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE RIEGO POR ASPERSIÓN PARA PASTOS CULTIVADOS – EMPRESA COMUNAL SAN IGNACIO DE JUNÍN

En el año 2003 la Comunidad San Ignacio se contactó con los representantes de la Empresa Tecsagro solicitando un presupuesto para la implementación de un sistema de riego tecnificado el más idóneo para sus condiciones, luego de conocer las bondades de los diversos sistemas de riego optaron por el sistema de riego por aspersión con equipo semimovil.

3.4.1 Empresa comunal San Ignacio de Junín

La empresa pertenece a una comunidad de la sierra central, ubicada en el departamento de Junín, provincia de Junín y el distrito de Junín (Anexo 3). Es una Cooperativa Comunal con nombre comercial COOP. COMUNAL SAN IGNACIO se encuentra en la dirección Jr. Arica Nro. 192 en Junín / Junín / Junín. Registra como teléfono(s) principal(es) 344120 - 416028. Esta empresa fue fundada el 08/07/1993, registrada dentro de las sociedades mercantiles y comerciales.

La empresa cuenta con grandes extensiones de terrenos para uso, exclusivamente, ganadero. Tienen ganado vacuno, ovino y alpacuno. En el Anexo 4, se presenta un resumen de sus posesiones.

3.4.2 Presupuesto inicial para la implementación de un sistema de riego por aspersión para 30 has, Asociación Rye Grass – Trébol

En el Cuadro 3, presento los precios de todos los componentes y materiales usados para instalar el sistema de riego por aspersión para 30 has. Al dividir el total entre el número de hectáreas obtenemos; aproximadamente, 3800 soles por hectárea. Costo de inversión inicial no muy alto; pero, se debe considerar los años de vida útil del sistema (10-15 años).

Cuadro 3. Lista de precios de materiales y componentes para instalar un sistema de riego por aspersión.

It	Código	Descripción	Cantidad	U/M	Precio S/	Total S/
1	04COL08	COLLARIN HDPE 110MM - 2" irritec	3.00	UND	11.25	33.75
2	04CL74	COLLARIN HDPE 75MM - 2"	14.00	UND	5.10	71.40
3	04T32	TEE PVC SP 63MM inyectada	3.00	UND	6.00	18.00
4	04UP632	UPR ADAPTADOR HDPE 63MM - 2" R/M, Alfa	22.00	UND	10.50	231.00
5	04ED31	ENLACE RECTO HDPE 63MM, alfa	16.00	UND	14.25	228.00
6	04TPA63	TAPON HDPE 63MM - RACOR, Alfa	22.00	UND	11.25	247.50
7	07TH6311	TUBERIA HDPE 63MM SDR17 PN-8 (NPT ISO 4427)	1,080.00	MET	3.68	3,969.00
8	04CL18	COLLARIN HDPE 110MM - 1"	22.00	UND	10.13	222.75
9	04CL13	COLLARIN HDPE 75MM - 1"	46.00	UND	7.95	365.70
10	34COLL001	COLLARIN HDPE 75MM - 1 1/2"	64.00	UND	9.00	576.00
11	04T052	TEE HDPE 63MM - 1" R/H TF	83.00	UND	21.75	1,805.25
12	04T18	TEE HDPE 63MM - 1 1/2" R/H	8.00	UND	23.25	186.00
13	04N33	NIPLE PVC 1" X 0.40MT	45.00	UND	2.63	118.13
14	04N26	NIPLE PVC 1 1/2" X 0.40MT	64.00	UND	6.60	422.40
15	04NI5050	NIPLE HDPE 1 1/2" , Alfa	129.00	UND	3.38	435.38
16	04NI1MO	NIPLE HDPE 1" ALFA	91.00	UND	1.35	122.85
17	11VUB50A	VALVULA UNIVERSAL DE BOLA 1 1/2" H/H	64.00	UND	22.50	1,440.00
18	11VV29	VALVULA UNIVERSAL DE BOLA 1" H/H irritec	194.00	UND	11.25	2,182.50
19	04TCR1.5	TEE HDPE R/H, 1 1/2" x 1 1/2" x 1 1/2"	64.00	UND	11.25	720.00
20	04BH08	BUSHING HDPE 1 1/2" - 1" M/H, Alfa	129.00	UND	4.05	522.45
21	04ED04	UPR ADAPTADOR HDPE 32MM - 1" R/M	324.00	UND	3.75	1,215.00
22	900010	MANGUERA PEBD 32MM C- 4, económica x 100 mts	26,460.00	MET	0.86	22,821.75
23	04T04	TAPON HDPE 32MM - RACOR, Alfa	324.00	UND	6.00	1,944.00
24	41UNIRCON10	CONJUNTO ALIMENTACION completo 1/2" x Varilla Zincada 1.0mts	2,751.00	UND	12.00	33,012.00
25	04AS04	ASPERSOR PLASTICO VYR 26 1/2" RM CIRCULAR	2,751.00	UND	10.50	28,885.50
26	04TFT	TEFLON C & A IMPORTADA	216.00	UND	0.60	129.60
27	04ERA32	ENLACE RECTO HDPE 32MM alfa	162.00	UND	4.88	789.75
28	04AC1000	ACCESORIOS VARIOS PARA INSTALACION	1.00	GLB	1,800.00	1,800.00
29	18SERIND001	SERVICIO DE INSTALACION DE SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION	1.00	GLB	6,500.00	6,500.00
30	7500001	FLETE DE MATERIALES	1.00	GLB	2,800.00	2,800.00
					S/.	113,815.65

Fuente: Elaboración propia

IV. CONCLUSIONES

Con la información presentada en este trabajo de investigación se concluye:

1. Existe una gran variedad de sistemas de riego tecnificado que pueden ser utilizados para la producción de forrajes, con la instalación de pasturas y/o el manejo de praderas naturales.
2. La información de implementación de sistemas de riego tecnificado y sus resultados, para la producción de pastos y forrajes en áreas de explotaciones pecuarias; aún, no está documentada y publicada.
3. Según mi experiencia en la implementación de sistemas de riego para el manejo de pastos cultivados su aplicación no es complicada, pero requiere de personal técnico y profesionales calificados.
4. No existe limitaciones para la implementación de los sistemas de riego tecnificado, se puede instalar en cualquier cultivo forrajero, en cualquier tipo de terreno y todas las regiones del país. que servirían para el sustento de la ganadería con mayores rendimientos productivos. Obteniendo un gran incremento en la producción forrajera, en cantidad y calidad; y disminuyendo la estacionalidad de la producción forrajera.
5. La implementación de un sistema de riego tecnificado para el manejo de pastos cultivados requiere de medianas y grandes inversiones, en su etapa inicial; sin embargo, estas son retribuidas con buena rentabilidad.

V. RECOMENDACIONES

1. Realizar investigaciones con el uso de sistemas de riego tecnificado que pueden ser utilizados para la producción de forrajes, con la instalación de pasturas y/o el manejo de praderas naturales.
2. Los ganaderos, deben ocuparse en la mejora sus sistemas de producción, para ello es necesario tomar en cuenta las experiencias positivas de los que ya invirtieron y mejorar aquellas que no fueron muy exitosas.
3. Para la implementación de los sistemas de riego, se debe trabajar con empresas y profesionales especializados, que garanticen el cumplimiento de los objetivos y metas productivas.
4. No tener limitaciones en plantear los proyectos, siempre que haya una fuente de agua disponible, se puede dar el mejor uso y crear nuevas zonas productivas.
5. Las entidades financieras, deben apoyar al ganadero en la implementación de sistemas de riego para el manejo de pastos cultivados; tomando en cuenta que son inversiones seguras.
6. El Gobierno debe implementar un programa a nivel nacional para el manejo de pastos cultivados con el uso de nuevas tecnologías de Riego.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- BANCO MUNDIAL (2013). El futuro del riego en el Perú – Desafío y recomendaciones. Volumen I: Informe de síntesis. 63 p.
- CORNEJO, A. (2012). El desarrollo de la agricultura de riego del Perú. Programa Subsectorial de Irrigaciones. PSI. Lima-Perú. 43 p.
- CALDERÓN, F. L. (2002). Manual riego por aspersión en los andes. IMA. Cuzco –Perú. 212 p.
- CASTAÑON, G. (2000). Ingeniería del riego. Utilización racional del agua. Thomson Editores Spain. Madrid – España. 208 p.
- CEPES (1999). La revista agraria. Voz informativa del Agro Nacional. Disponible en: <http://www.cepes.org.pe/revista/r-agra5/tecn-01.htm>.
- DGIAR (2015). Dirección General de Infraestructura Agraria y Riego – MINAGRI. Manual del Cálculo de eficiencias para sistemas de riego. Lima, Perú. 54 p.
- FAO (2013). Tecnologías para el uso sostenible del agua: Una contribución a la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático. Por: Manuel Antonio Martínez Guzmán. Asociación Mundial para el agua. Capítulo Centroamérica. Tegucigalpa -Honduras. 71 p.
- FUENTES, J. (2003). Técnicas de riego. Cuarta edición. Ministerio de Agricultura y Pesca. Mundi prensa. Madrid - España. 484 p.
- GARCÍA, C. I. y Briones S. G. (2015). Sistemas de riego por aspersión y goteo. Trillas Editorial S. A. México. 288 p.

- GONZALES, P. (2007). Introducción al riego y drenaje. Instituto de investigaciones del Riego y Drenaje. Cuba. 57 p.
- GOYAL, M. (2007). Manual de riego por goteo. Universidad de Puerto Rico. Recinto de Mayagüez. PO Box 5984. Mayagüez – Puerto Rico. 15 p.
- INEI (2013). Resultados Definitivos - IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Perú. Ministerio de Agricultura y Riego – MINAGRI. Mapa de los proyectos según su ubicación. Lima – Perú. 47 p.
- INEI (2017). Principales Resultados. Pequeñas, medianas y grandes unidades agropecuarias. Encuesta Nacional Agropecuaria 2016. Lima- Perú. 114 p.
- INTRIGLIOLO, D. y MIRAS, J. (2018). Avances en manejo y eficiencia. Exponen y reflexionan sobre los avances en tecnología de riego. CEBAS-CSIC. Disponible en: <http://www.agrointeligencia.com/avances-manejo-eficiencia-del-riego/>
- MASAL (2002). Manual para el Diseño y Gestión de pequeños sistemas de riego por aspersión en laderas. Proyecto MASAL. Perú. 283 p.
- MOLINA M. J. M. y RUIZ C. A. (2010) “Automatización y telecontrol de sistemas de Riego” (Libro), Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de la Región de Murcia, España
- PULGAR J. (1941) Tesis titulada “Las 8 regiones naturales del Perú” presentada en la III Asamblea General del Instituto Panamericano de Geografía e Historia reunida en Lima – Perú.
- SANCHEZ, R. C. (2005). Sistema de riego, uso, manejo e instalaciones. Ediciones RIPALME EIRL Lima Perú. 134 p.
- VALDEZ, F. (2006). Agricultura ancestral. Camellones y albarradas: Contexto social, usos y retos del pasado y del presente. Redactado por Ediciones Abya-Yala Quito. 361 p.

WWF (2005). Curso de riego para agricultores. Proyecto de autogestión del agua en la agricultura. Disponible en:

http://assets.wwf.es/downloads/curso_de_riego_definitivo.pdf

VII. ANEXO

ANEXO 1. Técnicas más usadas para algunos cultivos de riego

CULTIVO	GOTEO	MICROASPERSION	ASPERSIÓN
Árboles frutales	X	—	—
Viveros	—	X	—
Pastos	—	—	X
Zanahoria	—	X	X
Beterraga	—	X	X
Cebolla	—	X	X
Alfalfa	—	—	X
Alverja	—	—	X
Papa	X	—	X
Repollo	X	—	X
Rocoto	X	—	—
Viñas	X	—	—
Invernaderos	X	X	—

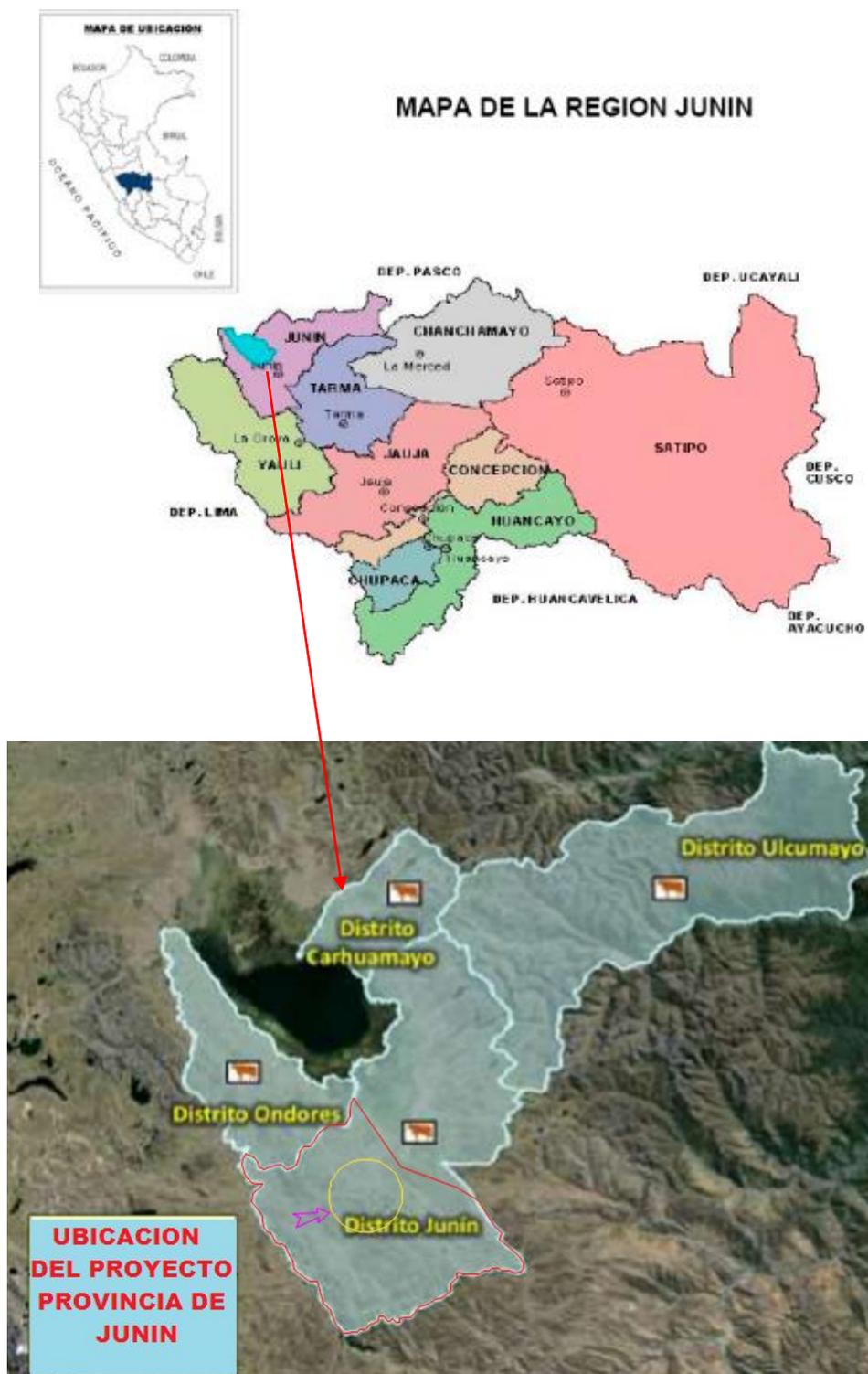
Fuente: WWF (2005)

ANEXO 2. Características de los sistemas de riego presurizado

GOTEO	MICROASPERSION	ASPERSIÓN
- Presiones entre 4 y 35 m	- Presiones entre 7 y 30 m	- Presiones entre 12 y 45 m.
- Sistemas fijos	- Distanciamiento entre aspersores 1,5 a 5 m	- Distancia entre líneas y aspersores: de acuerdo al tipo de aspersor (7-20 m)
- Descargas por emisor entre 0,7 y 4,5 lph	- Sistemas fijos.	- Área mojada por aspersor: entre 50 y 200 m ²)
- Vida útil de cintas : 2 años.	- Área mojada por aspersor: entre 0,5 y 25 m ² .	- Descarga por aspersor: entre 0,0625 y 0,9 lps (225 a 3240 lph)
- Se presta para zonas más cálidas para poder producir con facilidad diferentes cultivos.	- Descargas por aspersor entre: 33 y 333 lph.	- Precipitaciones altas y bajas (hasta 3 mm/hora)
- Apropiado para sistemas muy intensivos de producción, aplicando fertilizantes a través de los emisores.	- Precipitación alta (> 15 mm/hora)	- Sistemas móviles.
- Más adecuado para invernaderos, arboricultura y cultivos permanentes.	- Se presta para viveros en todos los pisos altitudinales y para cultivos en zonas más cálidas, donde se puede producir con facilidad una variedad de cultivos.	- Se presta para pastos y cultivos en todos los pisos altitudinales.
- Costo: entre \$ 800 a \$3000 / ha.	- Adecuado para invernaderos grandes.	- El viento puede bajar considerablemente la eficiencia.
	- Costo: entre \$ 2000 a \$4500 / ha (viveros forestales).	- Costo: entre \$ 500 a \$1750 / ha.

Fuente: WWF (2005)

ANEXO 3. Ubicación geográfica de la Empresa Comunal Sn Ignacio de Junín



Fuente: <https://www.google.com/search?q=provincia+de+junin>

ANEXO 4. Existencias de terreno y ganado de la Empresa Comunal San Ignacio de Junín

Existencias	Cantidad	
Número se socios comuneros	1020	
Has Total:	14634	
Has pastos naturales	14604	
Has pastos cultivados	30	
Número de animales:		
Vacunos	850	Brown Swiss
Ovinos	3548	Corridale
Alpacuno	420	Huacaya

Fuente: Elaboración propia