

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN  
ESCUELA DE POSTGRADO  
UNIDAD DE POSTGRADO DE LA FACULTAD DE ECONOMIA**



**EFFECTO DE LA ADOPCIÓN DEL RIEGO POR GOTEO EN MAÍZ  
FORRAJERO SOBRE LA GERENCIA DE EMPRESAS  
AGROPECUARIAS EN LA IRRIGACIÓN MAJES, 2005.**

**Tesis presentada por :  
Bach. Neil Sandro Alata Olivares**

**Para Optar el Grado de Magíster en  
Ciencias : Economía con mención  
en Gerencia Agropecuaria**

**Asesor:  
Dr. Mateo Pocco Pinto**

**AREQUIPA - PERU**

**2006**

## **DEDICATORIA**

Esta tesis es dedicada a mi querida esposa Ana María y mis adorados hijos:  
Maryann y Farid, por ser la razón de mi superación y vida:.

## AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Huber Valdivia Pinto, Gerente General del Proyecto Majes Siguan II, por liderar el equipo técnico que introdujo la adopción del riego por goteo en la Irrigación Majes.

Al Dr. Mateo Pocco Pinto, por su gran orientación, constancia, profesionalismo y valiosa ayuda en la elaboración de la presente tesis.

Al Ing. Luis Zúñiga Alatriza, Jefe del Centro Vivero Vitivinícola-AUTODEMA por su apoyo profesional y amistad.

A la Autoridad Autónoma de Majes, por permitir ser miembro del pool de profesionales en la Gerencia de Desarrollo Rural y tener la oportunidad de ser ejecutor directo de esta investigación.

Al Ph D. Ricardo Miranda Ortiz, Docente de la Unidad de Postgrado de la Facultad de Economía y amplio conocedor del Desarrollo Sostenible, por su gran apoyo científico y profesional en esta tesis.

A Ing. César Ortiz Zevallos, Super Intendente de GLORIA S.A. por el apoyo.

A los Centros de Acopio de Leche de la Irrigación Majes por su desinteresada ayuda; CAL EL Pedregal, La Colina, ASPAM, EL Paraíso, Luis Pasteur y Sr.de Los Milagros.

A LAIVE S.A. y al Sub-Comité de Productividad Lechera de la Irrigación Majes por su apoyo.

A la FAO, Sedes: Perú y EEUU por la información y apoyo.

Al G.:A.:D.:U.: , a la M.:R.:G.:L.:del Perú y los RR.: y QQ.:HH.:de la R.:L.:S.:Luz del Misti Nº 175 por su fraternidad y paz espiritual.

A mi esposa Ana María y mis hijos Maryann y Farid por su constante aliento y amor.

## INDICE

	Pág.
<b>CAPITULO I: EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACION</b>	<b>1</b>
1.1. Problema Objeto de Investigación	1
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo General	3
1.2.2. Objetivos Específicos	4
1.3. Variable de la investigación	4
1.3.1. Variable Independiente	4
1.3.2. Variables dependientes	4
1.4. Operacionalización de las variables	5
1.5. Hipótesis	6
1.5.1. Hipótesis 1	6
1.5.2. Hipótesis 2	6
1.5.3. Hipótesis 3	6
1.6. Justificación	6
 <b>CAPITULO II: REVISION BIBLIOGRAFICA</b>	 <b>8</b>
2.1 Marco Teórico	8
2.1.1 Innovación Tecnológica	8
2.1.2 Problemática del Agua	10
2.1.3 Disponibilidad de agua en el mundo	13
2.1.4 Tecnificación en riego como concepción socio-económica	15
2.1.5 Riego por goteo	17
2.1.6. Sistemas de producción de ganado vacuno lechero	18
2.1.7. Alimentación de ganado vacuno lechero	19
2.1.8. Ensilaje de maíz forrajero	20
2.1.9. Productividad del Agua	21
2.1.10 .Rendimiento de maíz forrajero por goteo	22
2.1.11.Costos de producción de maíz forrajero	23

2.2.	Marco Conceptual	23
2.2.1.	Sistema de riego por goteo	23
2.2.2.	Fertirrigación	24
2.2.3.	Sistema de riego por aspersión	24
2.2.4.	Indice de Rentabilidad	25
2.2.5.	Ingresos	25
2.2.6.	Rendimiento	25
2.2.7.	Costos	26
2.2.8.	Costo de Producción	26
2.2.9.	Rentabilidad	26
2.2.10.	Maíz Forrajero	27

### **CAPITULO III: METODOLOGIA** 28

3.1.	Tipo de Investigación	28
3.2.	Diseño Experimental	28
3.3.	Ámbito de Estudio	29
3.4.	Universo o Población	29
3.5.	Muestra	29
3.6.	Técnicas e Instrumentos	29
3.7.	Recolección de datos	30
3.8.	Validación y Verificación de datos	31
3.9.	Técnicas de análisis	33
3.9.1.	Para la revisión bibliográfica	33
3.9.2.	Prueba Estadística	34

### **CAPITULO IV: EXPOSICIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS** 37

4.1	Resultados en Maíz Forrajero (bajo riego por aspersión), Irrigación Majes , 2004.	37
4.2	Resultados de Producción de Leche e Ingresos Anuales, Irrigación Majes, 2004.	39
4.3	Resultados en Maíz Forrajero (bajo riego por goteo), Irrigación Majes, 2005.	40

4.4	Resultados de Producción de Leche e Ingresos Anuales, Irrigación Majes, 2005.	42
4.5	Comparación de Resultados Promedio en Maíz Forrajero. Irrigación Majes, 2004-2005	44
4.6	Comparación de Resultados Promedio en Producción de leche e Ingresos Anuales. Irrigación Majes, 2004-2005.	46
<b>CAPITULO V: CONCLUSIONES</b>		48
<b>CAPITULO VI: RECOMENDACIONES</b>		50
BIBLIOGRAFIA		51
ANEXO		55
<b>INDICE DE TABLAS</b>		
1	Resultados en Maíz Forrajero (bajo riego por aspersión) Irrigación Majes, 2004.	37
2.	Resultados de Producción de Leche e Ingresos Anuales Irrigación Majes, 2004.	39
3.	Resultados en Maíz Forrajero (bajo riego por goteo) Irrigación Majes, 2005.	41
4.	Resultados de Producción de Leche e Ingresos Anuales Irrigación Majes, 2005.	42
5.	Comparación de Resultados Promedio en Maíz Forrajero Irrigación Majes, 2004-2005.	44
6.	Comparación de Resultados Promedio en Producción Leche e Ingresos Anuales; Irrigación Majes, 2004-2005.	46
<b>INDICE DE GRAFICOS</b>		
1	Rendimiento de Maíz Forrajero	38
2	Índice de Rentabilidad	45
3	Costo Unitario por Kg. Maíz Forrajero	45
4	Comparación de Producción Promedio de Leche/vaca-hato/día	47
5	Comparación de Producción Promedio Leche Anual	47

## RESUMEN

Se estudió a 14 empresas agropecuarias de la Irrigación Majes antes y después de que adopten sistema de riego por goteo en maíz forrajero durante el 2005 en comparación al producido por aspersión en el 2004. Después que se adoptó el riego por goteo, se tuvo mayor rendimiento en maíz forrajero (101 TM vs 47 TM/Ha), disminuyó el costo unitario (de S/. 0.064 a S/. 0.055 por kilogramo) y mejoró el índice de rentabilidad al producido en el 2004 por riego por aspersión (1.49 vs 1.26). Se mejoró la producción de leche por vaca día promedio en las empresas que adoptaron el riego por goteo en maíz forrajero ( 16.87 vs 16.67 kilos leche/vaca/día), por tener mayor disponibilidad de dicho alimento en forma de ensilaje en la alimentación de vacas lecheras, producto del incremento de rendimiento. Se incrementó ingresos por leche promedio después que adoptaran el riego por goteo en maíz forrajero (S/. 84420.07 vs S/. 71242.81), mejoró la producción de leche promedio anual (114,745.4 Kg vs 99,388.6 Kg) y la calidad de leche con un mejor porcentaje de grasa ( 3.24 % vs 3.19 %). Se disminuyó el costo de alimentación ( de S/. 0.064 a S/. 0.055 por kilo ensilaje de maíz forrajero). Por el mayor rendimiento de maíz forrajero bajo riego por goteo durante el 2005, se tuvo mayor disponibilidad de alimento forrajero en forma de ensilaje de maíz en la ración alimenticia diaria de las vacas lecheras, mejorando el balance nutricional tanto en cantidad como en niveles adecuados de proteína y energía en la dieta diaria animal, favoreciendo mayor rendimiento de leche, mayor contenido en grasa y mayor ingreso por venta de leche en las empresas agropecuarias estudiadas.

## **ABSTRACTS**

14 farming companies from Majes Irrigation Place were studied before and after they adopted irrigation system in forage corn (Zea Mays) during 2005 in comparison to that forage corn cultivated by aspersion irrigation system in 2004.

After they adopted drip irrigation system, forage corn yield was bigger (101 vs 47 Tm/Ha), their unitary cost had depressed (of S/. 0.064 to S/. 0.055 for pound of forage corn ) and it improved the index of profitability to the one cultivated in 2004 by aspersion irrigation system (1.49 vs 1.26). The average production of milk was improved by cow-day in the farming companies that adopted the drip irrigation system in forage corn (16.87 vs 16.67 pounds of milk/cow/day). They had more availability of the above mentioned food in the shape of corn silage in the nourishment of dairy cows, because of the increase of forage corn yield.

Income was increase by average milk production after they were adopting the drip irrigation system in forage corn (S/. 84420.07 vs S/. 71242.81), the production of milk improved annual average (114,745.4 pounds vs 99,338.6 pounds) and the quality of milk with a better percentage of fat (3.24 % vs 3.19 %). The cost of nourishment was diminished (of S7. 0.064 to S7. 0.055 for pound of forage corn silage). For the bigger yield of forage corn by drip irrigation system during 2005, had major availability of forage food in the shape of corn silage in the nourishing daily ration of the dairy cows, improving the nutritional balance both in quantity and in suitable levels of protein and energy in the daily animal diet, increasing major yield of milk, more milk fat content and major revenue for sale of milk in the farming studied companies.

## **INTRODUCCION**



En la presente investigación, se estudia el efecto de una estrategia de adopción de una innovación tecnológica en la gerencia de empresas agropecuarias. En la Irrigación predomina hasta el año 2004 el cultivo de alfalfa, siendo la actividad económica principal la producción lechera. Sin embargo esta actividad gerencialmente ha venido incurriendo en baja rentabilidad debido a la baja productividad de ganado vacuno lechero por recibir una alimentación con sólo alfalfa y a daños al ambiente por un uso excesivo de agua.

Debido al rechazo de los responsables de realizar el riego (camayos) en las empresas agropecuarias a trabajar en aquellas que tengan instaladas maíz forrajero por el sistema de aspersión por problemas de mucho contacto con humedad y problemas de salud.

Esto obligó a los empresarios postergar la siembra de maíz forrajero, dedicarse sólo a la alfalfa con un uso excesivo de agua. En el año 2005, por la capacitación impartida por la Gerencia de Desarrollo Rural de AUTODEMA, se hizo difusión de la técnica del sistema del riego por goteo y 14 empresas de la Irrigación Majes en un mismo ecosistema y similar tamaño de extensión agrícola, por vez primera decidieron adoptar esta innovación tecnológica para cultivar maíz forrajero con fines de mejorar la disponibilidad del mismo como ensilaje y mejorar la alimentación de vacas lecheras e incrementar la productividad forrajera, lechera y rentabilidad total de la empresa.

El objetivo de esta tesis es determinar el efecto de la adopción del riego por goteo en maíz forrajero sobre la gerencia de empresas agropecuarias. Las hipótesis a comprobar son las que se indican:

1. El cultivo de maíz forrajero bajo riego por goteo genera mayores rendimientos.
2. La utilización del maíz forrajero producido con el sistema de riego por goteo mejora los ingresos en las empresas agropecuarias.
3. La adopción del sistema de riego por goteo en maíz forrajero favorece en mejorar la productividad del ganado vacuno lechero.

Consta de 5 capítulos; el primer capítulo desarrollo el problema de investigación, objetivo, hipótesis, el segundo capítulo contiene el marco teórico y conceptual, el tercer capítulo desarrolla la parte metodológica destacando un diseño cuasiexperimental que mediante el análisis estadístico se evalúan variables productivas y económicas de las 14 empresas agropecuarias o muestras dependientes de un momento antes (2004) y después (2005) de adoptar la innovación tecnológica en la empresa para su evaluación gerencial, el cuarto capítulo presenta los resultados y discusiones respecto al efecto productivo y económico a nivel gerencial. El quinto capítulo contiene las conclusiones y posteriormente el sexto capítulo contiene las recomendaciones para continuar con investigaciones al respecto a nivel doctoral.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACION**

#### **1.1. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN**

Existen problemas de bajos ingresos y baja productividad de vacas lecheras por postergación del uso de Maíz Forrajero por riego por aspersión en la alimentación de este ganado en la Irrigación Majes 2004-2005.

La producción de leche es la principal fuente de ingresos de las empresas agropecuarias en la Irrigación Majes. Debido a restricciones de mano de obra que condicionan cultivar maíz forrajero bajo el sistema de riego por aspersión, optan por no sembrar dicho cultivo y postergar el uso de éste en forma de ensilaje para una alimentación balanceada del ganado vacuno lechero, ocasionando disminución en producción e ingresos. Personal para riego (camayos) se niegan a trabajar en parcelas donde existe instalado maíz forrajero con riego por aspersión. Debido a que en la fase de floración y fructificación, el maíz alcanza 2 metros de altura, demandando mayor volumen de agua y uso obligatorio de accesorios (elevadores). El regar bajo este sistema, es rechazado, ya que se humedecen casi todo el cuerpo, provocando enfermedades en las vías respiratorias, exigiendo un mejor salario, lo que difícilmente empresarios agropecuarios de la Irrigación Majes pueden asumir.

Los ingresos de dichas empresas agropecuarias se ven disminuidos, por cultivar alfalfa como único forraje para alimentación de vacas lecheras. El contexto actual conlleva a la necesidad de reconvertir áreas de alfalfa por maíz forrajero bajo el sistema de riego por goteo, para proveer mayor materia seca al ganado vacuno, óptimo uso de los recursos naturales, tanto del terreno agrícola y menor gasto de agua, tener área libre para instalar cultivos de agro exportación: Páprika, Alcachofa y otros bajo el sistema de riego por goteo como alternativa adicional para incrementar los ingresos de los agricultores de la Irrigación Majes.

La producción ganadera lechera del Perú está sujeta a la disponibilidad de forrajes que balancean la ración de los vacunos, sin embargo en la Zona Sur del Perú, se cultiva en especial alfalfa bajo riego por aspersión. En La Irrigación Majes, en promedio se produce 11,000 hectáreas de alfalfa al año, donde se ha detectado que este cultivo demanda 25,000 m<sup>3</sup> de agua dulce por hectárea. Sin embargo este consumo excesivo de agua ha provocado problemas de escasez de agua, daño por filtraciones en el Valle de Sigvas y también una alimentación inadecuada del ganado vacuno lechero. La alimentación de vacas lecheras basándose en alfalfa ha provocado en ellas un daño irreversible por la asimilación en exceso de proteína y nitrógeno, ya que dicho forraje en promedio aporta con 22 % proteína, siendo lo necesario para el ganado vacuno lechero hasta un 16%. Se ha producido casos de muerte embrionaria temprana a causa de una irrigación sanguínea con sobredosis de amoníaco debido a un exceso de proteína en la alimentación.

Existe la necesidad de brindar una alimentación forrajera balanceada donde el contenido de proteína, energía, calcio y fósforo principalmente sea aportado en forma económica y constante, es por ello que la Autoridad Autónoma de Majes difundió el cultivo de maíz forrajero con riego por aspersión entre los empresarios agropecuarios de la Irrigación Majes (1995). Sin embargo cada una de estas empresas agropecuarias, sufren de un problema gerencial por depender de condiciones culturales o preferenciales de mano de obra calificada para cultivar maíz forrajero por el sistema de riego por aspersión. Los camayos o trabajadores de las empresas agropecuarias de la Irrigación Majes, realizan la labor de riego, alimentación y ordeño de los vacunos en cada una de ellos. Estos ponen condiciones al negarse a trabajar en parcelas donde tengan instalados maíz forrajero con riego por aspersión, debido a que en la fase vegetativa y productiva de dicho cultivo necesita de mayor volumen de agua y de accesorios tipo elevadores, los cuáles, según mencionan, les perjudica al mojarse constantemente provocándoles daños en su salud, exigiendo, por tal motivo, un mejor salario mensual. Esto hace que los empresarios agropecuarios no puedan asumir estos sobre costos.

Esta problemática ha conllevado a continuar cultivando alfalfa por riego por aspersión, haciendo, en su mayoría, un uso irracional del recurso hídrico, debido a que le es más fácil y práctico, ocasionando en la mayoría de los casos la postergación de las siembras de maíz forrajero y su uso en la alimentación del ganado vacuno lechero, trayendo problemas reproductivos y de baja productividad de leche, obteniendo, en consecuencia, bajos ingresos.

Por lo tanto, y atendiendo a los aspectos anteriormente mencionados, se considera importante concebir en esta Tesis; el Efecto de la adopción del riego por goteo en Maíz Forrajero sobre la gerencia de empresas agropecuarias en la Irrigación Majes en el año 2005, bajo una perspectiva que dé cuenta del manejo gerencial de una innovación tecnológica como un factor vinculado al manejo que tienen los factores de producción a un grupo de empresarios agropecuarios y de la importancia que juega la capacitación en la implementación de una innovación tecnológica dentro de la gerencia de una empresa agropecuaria.

Según Castro Díaz – Balart (2002), la innovación tecnológica se debe analizar bajo un enfoque sistémico, donde interviene la estrategia corporativa con un conjunto de tecnologías interrelacionadas de manera conjunta con los factores comerciales. Unido al enfoque sistémico y a la complejidad de la innovación tecnológica se pone además de manifiesto la necesidad de gerenciar la innovación tecnológica.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar el efecto de la adopción del riego por goteo en maíz forrajero sobre la gerencia de empresas agropecuarias en la Irrigación Majes-2005.

### **1.2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

- a. Evaluar el rendimiento del cultivo de Maíz Forrajero 2004 bajo riego por aspersión y del año 2005 bajo riego por goteo de empresas agropecuarias de la Irrigación Majes.
- b. Comparar los ingresos de las empresas agropecuarias de la Irrigación Majes entre el año 2004 y 2005.
- c. Evaluar si la adopción del sistema de riego por goteo en maíz forrajero influye en mejorar la productividad del ganado vacuno lechero.

### **1.3. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.**

#### **1.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Adopción del riego por goteo en maíz forrajero en empresas agropecuarias de la Irrigación Majes.

#### **1.3.2. VARIABLES DEPENDIENTES**

- VD1:** Rendimiento de Maíz Forrajero por hectárea de cada empresa agropecuaria en estudio bajo el sistema de riego por aspersión en el 2004.
- VD2:** Costo de producción del Maíz Forrajero por hectárea bajo el sistema de riego por aspersión en el 2004 de cada empresa agropecuaria en estudio.
- VD3:** Rendimiento de Maíz Forrajero por hectárea de cada empresa agropecuaria bajo el sistema de riego por goteo en el 2005.
- VD4:** Costo de producción del Maíz Forrajero por hectárea bajo el sistema de riego por goteo en el 2005 de cada empresa agropecuaria.
- VD5:** Producción anual de leche de cada empresa agropecuaria en estudio de los años 2004 y 2005.
- VD6:** Contenido de grasa en leche producida en los años 2004 y 2005 en cada empresa agropecuaria en estudio.

**VD7:** Ingresos por venta de leche en los años 2004 y 2005 de cada empresa agropecuaria en estudio.

#### 1.4. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.

Variable Independiente	Indicadores
<b>VI:</b> Adopción del riego por goteo en maíz forrajero en empresas agropecuarias de la Irrigación Majes.	- Rentabilidad
Variables Dependientes	Indicadores
<b>VD1:</b> Rendimiento de Maíz Forrajero por hectárea de cada empresa agropecuaria en estudio bajo el sistema de riego por aspersión en el 2004.	-Toneladas por Hectárea.
<b>VD2:</b> Costo de producción del Maíz Forrajero por hectárea bajo el sistema de riego por aspersión en el 2004 de cada empresa agropecuaria en estudio.	- Nuevos Soles por Hectárea.
<b>VD3:</b> Rendimiento de Maíz Forrajero por hectárea de cada empresa agropecuaria bajo el sistema de riego por goteo en el 2005.	-Toneladas por Hectárea.
<b>VD4:</b> Costo de producción del Maíz Forrajero por hectárea bajo el sistema de riego por goteo en el 2005 de cada empresa agropecuaria.	- Nuevos Soles por Hectárea.
<b>VD5:</b> Producción anual de leche de cada empresa agropecuaria en estudio de los años 2004 y 2005.	-Kilos de Leche
<b>VD6:</b> Contenido de grasa en leche producida	

<p>en los años 2004 y 2005 en cada empresa agropecuaria en estudio.</p> <p><b>VD7:</b> Ingresos por venta de leche en los años 2004 y 2005 de cada empresa agropecuaria en estudio.</p>	<p>-Porcentaje de grasa en leche</p> <p>- Nuevos Soles</p>
---	--

## 1.5. HIPÓTESIS.

### 1.5.1. Hipótesis 1

El cultivo de maíz forrajero bajo riego por goteo genera mayores rendimientos.

### 1.5.2. Hipótesis 2

La utilización del maíz forrajero producido con el sistema de riego por goteo mejora los ingresos en las empresas agropecuarias.

### 1.5.3. Hipótesis 3

La adopción del sistema de riego por goteo en maíz forrajero favorece en mejorar la productividad del ganado vacuno lechero.

## 1.6. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

Si bien la producción lechera es la actividad principal de las empresas agropecuarias de la Irrigación Majes, constituyendo la fuente más importante de ingresos para ellas, es importante realizar una alimentación en forma balanceada de nutrientes basados en forrajes de calidad y suplementadas con alimento concentrado en las vacas lecheras.

Sin embargo ante la problemática de la escasez de agua, mal uso del cultivo de alfalfa y poco uso del maíz forrajero como ensilaje en la alimentación de vacas lecheras debido a poca productividad del mismo bajo un riego por aspersión inadecuado y con problemas de mano de obra para el mismo ha conllevado a esta tesis poder determinar el efecto de la adopción del riego por



goteo en maíz forrajero sobre la gerencia de empresas agropecuarias en la Irrigación Majes-2005 , ya que en ese tiempo recién se inició con esta innovación tecnológica, pues antes no existía ni se empleaba el sistema de riego por goteo en la Irrigación Majes, en sí evaluar como un proceso de innovación tecnológica es gerenciado en una empresa agropecuaria y mediante la capacitación es desarrollada para optimizar rendimientos del forraje Maíz Forrajero y como este influiría en los rendimientos productivos del hato lechero en empresas agropecuarias de la Irrigación Majes en el tiempo señalado.

## **CAPÍTULO II**

### **REVISION BIBLIOGRAFICA**

#### **2.1. MARCO TEORICO**

##### **2.1.1. Innovación Tecnológica**

Se evidencia un creciente interés por la innovación tecnológica referido a obtener alta productividad de alimentos provenientes de la agricultura y ganadería (Machado, 1997).

La integración de la gestión tecnológica y su carácter estratégico ha sido resaltada por Pavón e Hidalgo (1997) como el proceso orientado a organizar y dirigir los recursos disponibles, tanto humanos como técnicos y económicos, con el objetivo de aumentar la creación de nuevos conocimientos, generar ideas que permitan obtener nuevos productos, procesos y servicios o mejorar los existentes y transferir esas mismas ideas a las fases de fabricación y comercialización; identifica el conjunto de elementos necesarios para que la empresa gestione con eficiencia el proceso de innovación: capital humano, conocimiento, espíritu empresarial, cooperación y cultura innovadora.

La aplicación de buenas tecnologías; algunas de ellas están incluidas en la sabiduría tradicional, otras están inspiradas en las novedades de la ciencia y los nuevos puntos de vista. Inevitablemente, sólo en los procesos de buen gobierno se pueden resolver los asuntos de manejos justos, efectivos y ambientalmente sensibles. En fin, para el manejo de la escasez de agua dulce se requiere el desarrollo de instituciones abiertas, informadas, participativas y responsables (David Brooks, 1998).

La innovación tecnológica se debe analizar bajo un enfoque sistémico, donde interviene la estrategia corporativa con un conjunto de tecnologías interrelacionadas de manera conjunta con los factores comerciales. Unido al enfoque sistémico y a la complejidad de la innovación tecnológica se pone además de manifiesto la necesidad de gerenciar la innovación tecnológica (Castro Díaz – Balart, 2002).

Es inminente que hace falta capacitación, a nivel operativo y gerencial, en riego por goteo, fertirrigación y en general manejo altamente tecnificado en cultivos para agricultores de América Latina (Taller Internacional sobre Gestión de la Calidad del Agua y Control de la Contaminación en América Latina, Chile (1998).

Según Gardner-Outlaw y Engelman, *Sustaining water, easing scarcity: A second update*, Washington, D.C., Population Action International, 1997 (69). Gardner-Outlaw y Engelman basan sus cálculos en las estimaciones de la División de Población de las Naciones Unidas, que se viene tomando mundialmente mucho interés en mejorar el uso racional del recurso hídrico para la producción de cultivos agrícolas, especialmente, sobre los que se desarrollan para producción de forrajes y sostener la alimentación de ganadería vacuno lechera. Tal es así que gran parte de los investigadores se han abocado a importantes temáticas vinculadas con la productividad de forrajes, alimentación animal, sanidad, mejoramiento genético y manejo que permitan disponer de tecnología que puedan incrementar rendimientos en producciones agrícolas y pecuarias en el mundo (Esquinas-Alcázar, 2005).

Existe la necesidad de cambiar a cultivos que ofrezcan las mismas propiedades alimentarias, pero sobre todo mayores volúmenes de producción con la misma o menor cantidad de agua. Pese a su importancia, la modificación de la estructura productiva en regiones o países no será un proceso tan sencillo como se ha planteado, si se considera que la agricultura local es en muchas ocasiones el epicentro de los sistemas económicos rurales, de ahí que cualquier modificación tuviere un impacto directo, no tanto cultural. Es esta necesaria relación entre agua y sector agropecuario, uno de los aspectos básicos que en los últimos años llama la atención, es el relacionado con la necesidad de producir un mayor volumen de alimentos con menor cantidad de agua. Y es que este aspecto resulta de singular importancia si consideramos que para producir 2,800 calorías por persona con nutrición adecuada, se necesita un promedio de 1,000 m<sup>3</sup> de agua. (FAO, 2004)

### **2.1.2. Problemática del agua.**

En el año 1972, se dio la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano y concluyó con la Declaración de Estocolmo, donde se hacía un importante llamado a cuidar los actos del hombre porque podrían tener consecuencias considerables con el ambiente. La capacidad del hombre de transformar lo que le rodea, con discernimiento conlleva al desarrollo sostenible, pero aplicando erróneamente o imprudentemente dicho poder puede causar daños incalculables al ser humano y a su medio, como en muchas regiones de la tierra han sido afectados por niveles peligrosos de contaminación del agua, el aire, la tierra y los seres vivos, grandes trastornos del equilibrio ecológico de la biosfera, destrucción y agotamiento de recursos insustituibles y graves deficiencias, nocivas para la salud física, mental y social del hombre.

El tema de seguridad alimentaria y pobreza son problemas mundiales en especial para los países del tercer mundo. Es muy alentador que los líderes de los países más industrializados hayan renovado el compromiso de reducir a la mitad, para el 2015, el número de personas afectadas por el hambre y la pobreza (Jacques Diouf, director general de la FAO, 2004), asimismo es necesario, en la lucha contra el hambre en los países de inseguridad alimentaria, conceder prioridad absoluta a la inversión en agricultura y en las zonas rurales, sobre todo en el ámbito de la regulación de las aguas y la infraestructura.

El Club de Roma (1970), debido a la preocupación por la orientación que tomaba el desarrollo económico así como sus impactos en lo social y ambiental, convocó a un grupo de investigadores del Massachusetts Institute Technology, para realizar el estudio sobre las tendencias y problemas económicos que amenazan a la sociedad global, publicándose dichos resultados el año 1972 bajo el título de los límites del crecimiento, donde se identificó el modelo donde se describió factores como acelerada industrialización, rápido crecimiento poblacional, desnutrición extendida,

agotamiento de los recursos no renovables y deterioro ambiental y concluyó que urgía modificar estas tendencias por el bienestar del planeta.

En la reunión por el Día del Medio Ambiente del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2004), doscientos científicos de 50 países han determinado que la escasez de agua es uno de los dos problemas más acuciantes del nuevo milenio (el otro es el cambio climático), asimismo se indicó que un tercio de la población mundial vive en zonas con escasez de agua en las que el consumo supera el abastecimiento. Asia occidental es la región más amenazada. Más del 90% de la población de esa región padece un gran estrés por escasez de agua y el consumo de agua supera en un 10% los recursos de agua dulce renovables. Es importante señalar que en dicha reunión, se mencionó que el 60% del agua utilizado para el riego se desperdicia, pero con un mejoramiento del 110% en la eficiencia del riego se podría duplicar el abastecimiento de agua potable para los pobres.

Según la Organización de las Naciones Unidas (2003) cerca del 70% de toda el agua dulce disponible se utiliza para la agricultura. Sin embargo, debido a los sistemas de irrigación ineficientes, particularmente en los países en vías de desarrollo, el 60% de esta agua se pierde al evaporarse o al retornar a los ríos y acuíferos subterráneos. Las extracciones de agua para la irrigación se han incrementado en más del 60% desde 1960. En la actualidad, cerca del 40% de la población mundial vive en áreas con problemas hídricos de un nivel moderado-alto. Se estima que para el año 2025 aproximadamente dos tercios de la población mundial, es decir 5.5 mil millones de personas, vivirán en áreas que enfrenten dichos problemas hídricos. Cada vez es mayor el número de personas en el mundo que enfrenta la escasez de agua, especialmente en África del Norte y en Asia Sudoccidental. Es por ello que el uso del agua se ha incrementado seis veces más durante el último siglo, más del doble de la tasa de crecimiento demográfico. Los ecosistemas de agua dulce han sido severamente dañados: se han perdido cerca de la mitad de los humedales del

planeta y más del 20% de las 10,000 especies conocidas de agua dulce en el mundo se han extinguido.

En el año 1975, se creó el Programa Hidrológico Internacional en el cual se tomó la problemática del agua en el mundo, en la Conferencia de las Naciones Unidas el año 1977 en Mar de Plata, Argentina y luego a la UNESCO donde se enfatizó el problema del agua, escasez e importancia de un uso racional en la agricultura y demás ámbitos.

El 19 de marzo de 2006 durante el 4° Foro Mundial del Agua que tuvo lugar en Ciudad de México, México; se presentó el proyecto SWITCH el cual propone un cambio global en la gestión del agua urbana para la Ciudad del Futuro, consiste en una alianza entre la Unión Europea y un consorcio de 32 contrapartes a nivel mundial bajo la dirección del Instituto UNESCO-IHE para la Educación relativa al Agua, SWITCH ha sido diseñado para cubrir todos los elementos del ciclo urbano del agua, desde la gestión de la demanda, hasta la gestión del agua de lluvia, la prevención del derroche de agua, el tratamiento y reutilización del agua, la gobernabilidad y la gestión del patrimonio, la rehabilitación de los ríos y la ecohidrología.

En el II Foro Mundial sobre el agua celebrado en La Haya en el año 2000, se aprobaron siete desafíos como base para la acción futura en defensa del recurso hídrico y criterios básicos para evaluar el progreso en el sector. De este se destaca el desafío 2 que se refiere a asegurar el suministro de alimentos, sobre todo para las poblaciones pobres y vulnerables mediante un uso más eficaz del agua. Dentro de la diversidad de desafíos que enfrentarán los recursos hídricos para el futuro, uno de singular importancia es el relacionado con la agricultura, considerando que ha sido inherente a la propia aparición de la especie humana el binomio agricultura y agua, siendo también responsables de la creación y desarrollo de un gran número de sociedades.

### **2.1.3. Disponibilidad de agua en el mundo**

En la lucha contra el problema del hambre, el papel del agua es fundamental, la FAO (2003) plantea que el incremento de la seguridad alimentaria estará basado en tres estrategias, como la de elevar la productividad agrícola, aumentar la superficie cultivable e incrementar la intensidad del cultivo, siendo la disponibilidad del agua un factor principal.

La falta de acceso al agua es la expresión de la carencia de acceso a otros recursos como el crédito, sistemas eficientes de comercialización, insumos a mejores precios y a la propia representación política (FAO, 2003).

Según el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo de Canadá (IDRC, 2006), indica que los límites entre muchos países están marcados por los cuerpos de agua, donde cerca de 40% de la población mundial vive en cuencas fluviales compartidas por más de un país. Muchas comunidades como Israel y Palestina dependen del agua potable de los mismos acuíferos sobreutilizados. Por esto la escasez de agua, mal manejada, es con frecuencia un riesgo de conflicto. También por esto es tan importante que la gente encuentre los medios de manejar el agua que comparten más por cooperación que por confrontación armada, por ello un buen manejo del agua requiere tanto como exige la acción nacional, regional e internacional.

Este interés por la situación de escasez de agua dulce en el mundo es actualmente una preocupación prioritaria en importantes reuniones internacionales. Vemos así que en las últimas recomendaciones del FAO (Séptima Reunión de Ministros de Educación de América Latina y el Caribe, Kingston, Jamaica, 13-17 mayo 1996) se destaca la necesidad de uso racional del agua, especialmente agua dulce, y fomentar el desarrollo agrícola y pecuario en forma armoniosa con la naturaleza. Se recomienda a los gobiernos: fomentar corrientes de opinión de conservación de recursos naturales a través de los medios de comunicación social sobre la relevancia del agua y su escasez cada vez creciente en el mundo; reforzar actividades de capacitación a los agricultores para brindar los conocimientos que constituyen

el implementar sistemas de riego tecnificados y mejorar las prácticas de riego, entre otros aspectos (UNESCO, 1996).

De acuerdo a la UNESCO (2003), la gran cantidad de agua dulce de las capas polares, glaciares y acuíferos profundos no es utilizable. El agua dulce que puede ser usada procede esencialmente de la escorrentía superficial del agua de lluvia generada por el ciclo hidrológico.

La información que la UNESCO (2003) detalla que el promedio anual de precipitación sobre la tierra alcanza 119,000 km<sup>3</sup>, de los cuales alrededor de 74,000 km<sup>3</sup> se evaporan a la atmósfera. Los 45,000 km<sup>3</sup> restantes fluyen hacia lagos, embalses y cursos de agua o se filtran en el suelo alimentando a los acuíferos. Este volumen de agua se denomina convencionalmente recursos hídricos. No todos estos recursos son utilizables, porque parte del agua fluye hacia ríos remotos y parte durante inundaciones periódicas. Se estima que 9,000 a 14,000 km<sup>3</sup> son económicamente utilizables por el hombre.

Según la UNESCO (2003), la disponibilidad del agua no se distribuye de manera equitativa a lo largo del planeta, habiendo una disparidad por región como el caso del continente Asiático en donde habita cerca del 60 por ciento de la población mundial y sólo cuenta con el 36 por ciento de los recursos hídricos del planeta, en contraste con América del Sur que vive 6 por ciento de la población mundial y cuenta con 26 por ciento de recursos hídricos del mundo.

Los esfuerzos para optimizar el uso del agua competen a áreas bien identificadas como la industria, agricultura, ganadería, reservas naturales y los centros urbanos de cualquier extensión, algunos países han implementado el uso de plantas de tratamiento para reutilización del agua y en la agricultura se instrumentan sistemas de riego por goteo, recubrimiento o entubamiento de canales de riego para abatir fugas por filtración y o evaporación. Por ello a la agricultura se le plantea una creciente demanda de productos al igual que a la ganadería, por lo que se tiene que incrementar la producción de alimentos



acorde a la dinámica demográfica, con una oferta de agua dulce que se vuelve cada vez más inelástica (FAO, 2003).

La actividad agrícola es la que mayor consume agua. Al año 2003, según el Informe de la UNESCO-WWAP, Naciones Unidas sobre el desarrollo de los Recursos Hídricos, celebrado en París, Francia indica que aproximadamente 3,600 km<sup>3</sup> de agua dulce son extraídos para consumo humano es decir 580m<sup>3</sup> per cápita por año, la agricultura extrae el 69 por ciento del total, consumo doméstico es del 10 por ciento y la industria utiliza el 21 por ciento.

En América del Norte y Europa el mayor consumo de agua está destinado al sector de la Industria (47 y 51 por ciento respectivamente), pero en los demás continentes la actividad agrícola es la que utiliza los mayores volúmenes de agua. En el Lejano Oriente más del 90 por ciento del agua para consumo humano es empleada para la agricultura. En Asia y África el 85 por ciento del agua para consumo humano se destina también a actividades agrícolas.

#### **2.1.4. Tecnificación en riego como concepción socio-económica.**

Se establecieron principios para el uso y conservación del agua dulce en la Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente de Dublín en el año 1992, donde se declara que el agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medioambiente, entre otros definió que el agua tiene un valor económico en todos sus diversos usos en competencia como un bien económico.

El riego puede ser un instrumento eficaz para reducir la pobreza, ya que el Programa Internacional para la Investigación Tecnológica en Riego y Drenaje, FAO, Roma (1999) ha señalado beneficios del regadío, entre otros: ingresos más elevados y estables para los agricultores, mayor seguridad alimentaria para los pobres, mayores oportunidades de empleo agrícola y no agrícola, y aumento del aprovisionamiento de agua potable que contribuye a mejorar la salud de los hogares de bajos ingresos.

El reto en la agricultura en los países en desarrollo principalmente, es combinar la producción de alimentos con un menor uso del agua sin atentar con el equilibrio de los ecosistemas (Claridades Agropecuarias, México, 2006). La FAO (2005) indica que se observa si el nivel de ingreso de los países, donde las estimaciones indican que los países de bajos ingresos emplean en promedio cerca del 91 por ciento del total de agua para consumo humano, en tanto que los países de medianos ingresos utilizan en promedio cerca de 69 por ciento y los de altos ingresos apenas el 39 por ciento. En el caso de los cereales, que seguirá siendo la fuente de alimentos más importante del mundo, tanto por el consumo humano, como por su papel de insumo en la producción pecuaria, se estima que se requiere en promedio 1.5 m<sup>3</sup> de agua para producir un kilogramo. Sin embargo, aún dentro de éstos existen importantes diferencias. Dependiendo de las condiciones de suelo y clima, se calcula que se requiere para producir un kilogramo de arroz de 1 a 3 toneladas de agua. El trigo por su parte, es un cereal con un menor requerimiento de agua, con cerca de la mitad de la que utiliza el arroz.

La UNESCO-WWAP (2003) indica que dentro de las diversas actividades que forman el sector agropecuario, hay algunas que requieren de mayores volúmenes de agua para su producción. En este rubro se ubica la ganadería vacuna. Se considera que para producir una cabeza de ganado bovino se requiere 4,000 m<sup>3</sup> de agua, en tanto que para producir una de ovino o caprino cerca de 500 m<sup>3</sup>. La producción de un kilogramo de carne de pollo, la de mayor consumo mundial, requiere de 6 m<sup>3</sup> de agua.

Jacob J. Burke y Marcus H. Moench (2000), indican que aumentar la eficiencia de los sistemas de riego tiene dos significados diferentes. Técnicamente, consiste en la reducción de las pérdidas del agua. En un sentido más amplio, se refiere a los retornos económicos netos de los usuarios del sistema, tomando en consideración todas las externalidades, lo cual implica acciones en distintos campos: tecnológico, institucional y de política ambiental. Sin embargo, el riego difiere de otros aspectos de la política agrícola en cuanto el

agua no es un recurso sectorial. Es un recurso único y movable, que puede ser usado por todos los sectores de la economía y con diferentes propósitos. Por tanto, las políticas y los programas de regadío no pueden ignorar estos otros papeles y usos. El principio de que las políticas de gestión del riego, de cualquier tipo, deben reconocer al agua como un bien económico que tiene valor en usos competitivos, es ahora de aceptación universal.

John A. Dixon y K. William Easter (1986) sugieren que el enfoque de cuencas puede ser integrado con, o ser parte de, programas que incluyen las actividades forestales, la conservación del suelo, el desarrollo rural y comunitario y los sistemas productivos agrícolas, en acorde con un uso racional del recurso hídrico.

Marx (1856) analizó el tema de la formación del Estado, señalaba que existía la necesidad del uso común de agua lo que llevó al desarrollo de poderes centralizados. Sin embargo, en Balí no sucedió de esa forma, más bien se desarrolló un sistema altamente descentralizado. En Bali, la irrigación está en manos de las asociaciones locales de agricultores o subaks. Cada distrito tiene un número determinado de subaks. El distrito de Badung (dimensiones de 115 Km x 40 Km) posee 151 subaks. El mayor subak de este distrito controla 328 has de terrazas. El éxito de los sistemas de irrigación de Bali depende en un juicio muy preciso de caudales actuales y previstos, del nivel del agua en la tierra, del momento de la irrigación, tipo de cultivo y otras modalidades de gestión (Díaz Delgado, 2006).

#### **2.1.5. Riego por goteo.**

T-TAPE comenzó con la visión y determinación del Sr. Davies Allport, quien fundó T-Systems International en julio de 1977; la industria de riego por goteo se daba inicio, teniendo como objetivo brindar a los agricultores una solución confiable y efectiva para sus necesidades de irrigación que aumentara su rendimiento y ganancias. Al año 2006, los productos T-TAPE y T-TAPE SEPARATE-ORE se encuentran disponibles en una amplia variedad de

modelos de cintas de goteo con distintas opciones de espesor de pared, espacio entre salidas y rango de flujo para cada tipo de cultivo.

La FAO (1990) ayudó al Ministerio de Agricultura de Siria, a través de un proyecto de dos años de duración, a demostrar técnicas mejoradas de irrigación y de gestión del agua a agricultores de cuatro regiones de Siria, que son más perjudicadas por la escasez del agua. Dicho proyecto proporcionó sistemas de riego por goteo para una superficie agrícola de 100 Hectáreas e impartió capacitación intensiva para su instalación y utilización a 2750 agricultores y 250 técnicos y personal de extensión.

De la misma manera en Cabo Verde, un proyecto de la FAO introdujo sistema de riego por goteo que contribuyó a aumentar mucho la producción hortícola de dicha isla, de 5,700 toneladas en 1991 a 17,000 toneladas en 1999. Más del 20 por ciento de la superficie de regadío de ese país se ha pasado al riego por goteo, y muchos agricultores han abandonado las plantaciones de caña de azúcar que consumen tanta agua para producir pimientos y tomates, que dejan muchas ganancias. En el Cercano Oriente, un 65 por ciento de la población padece inseguridad alimentaria, dicho lugar es la región más seca del mundo y son frecuentes la escasez aguda y el desabastecimiento del agua, donde el nivel de recurso hídrico per cápita del mundo en 16 países está por debajo del umbral de 50 m<sup>3</sup> por persona y año en comparación con una media mundial de más de 7,000 m<sup>3</sup> por persona y año. Dicho lugar se caracteriza por tener climas áridos y semi-áridos, el regadío siempre ha sido el sostén del sector agrícola y las temperaturas elevadas con baja infestación de plagas han favorecido la producción de cultivos de regadío por goteo (FAO, 2000).

#### **2.1.6. Sistemas de producción de ganado vacuno lechero**

En Chile, zona norte los sistemas son del tipo intensivo teniendo como principal base forrajera a la alfalfa (*Medicago sativa*); en la zona centro sur las lecherías se ubican en el valle regado, con niveles productivos, medidos a nivel de estación experimental que fluctúan entre 6.000 y 17.800 litros por

hectárea (Vyhmeister et al. , 1986).; Jahn et al., 1989; Jahn et al., 1994), influyendo en el nivel productivo el tipo de forraje y la intensificación del sistema, y las praderas utilizadas que están basadas en mezclas de ballica-trébol, alfalfa y ensilaje de maíz.

El pastoreo de vacunos de leche en Chile, se realiza en el período de primavera verano, y la principal base forrajera es la mezcla trébol blanco (*Trifolium repens*) y ballica (*Lolium perenne*), en el período invernal se utilizan ensilajes y henos. Sin embargo en los últimos años, se ha incrementado el uso de la alfalfa y maíz (*Zea mays*) para ensilaje intensificando el sistema (Jahn, 1996).

En la zona centro sur de Chile los sistemas de producción lechero bajo riego se basan principalmente en praderas para pastoreo y henificación. Al intensificar la producción se ha hecho necesario buscar alternativas forrajeras de alta producción para alcanzar una mayor carga animal. La producción por hectárea es mayor en sistemas basados en alfalfa que cuando la base forrajera es el trébol blanco y ballica (Jahn, 1983; Baez et al., 1988; Jahn et al., 1990; Soto et al., 1993; Jahn et al., 1993).

La incorporación de la alfalfa, además del ensilaje de maíz, aumenta la producción lográndose con esto un mejor resultado económico (Jahn, 1996). El precio de la leche tiene un efecto importante sobre el resultado económico del sistema y determina el sistema más rentable (Gómez y Jahn, 1993).

#### **2.1.7. Alimentación de ganado vacuno lechero.**

En el ganado vacuno lechero cualquier variación diaria en su alimentación, ya sea en volumen o calidad, repercute en los rendimientos alterándolos profundamente. La alfalfa cambia su calidad rápidamente con el avance de su estado fenológico, siendo lo indicado, para su utilización en pastoreo y lograr la mayor productividad por hectárea, realizar el pastoreo con un estado de prebotón con un bajo residuo post pastoreo (Baez et al., 1988). Sin embargo, el pastorear en estado de prebotón agota las reservas de carbohidratos y es

imprescindible recuperarlas para su sobrevivencia mediante corte con 10% de floración (Soto y Jahn, 1993).

La producción ganadera lechera del Perú está sujeta a la disponibilidad de forrajes que balancean la ración de los vacunos, sin embargo en la Zona Sur del Perú, se cultiva en especial alfalfa bajo riego por aspersión aunque no mantiene un ritmo constante de crecimiento a través del año. En La Irrigación Majes, en promedio se produce 11,000 hectáreas de alfalfa al año, donde se ha detectado que este cultivo demanda 25,000 m<sup>3</sup> de agua dulce por hectárea. Sin embargo este consumo excesivo de agua ha provocado problemas de escasez de agua, daño en filtraciones del Valle de Sigvas y también una alimentación inadecuada del ganado vacuno lechero (Flores, 2001).

La alimentación de vacas lecheras basándose en alfalfa ha provocado en ellas un daño irreversible en asimilar el exceso de proteína y nitrógeno, ya que dicho forraje en promedio aporta con 22 % proteína, siendo lo necesario para el ganado vacuno lechero hasta 16%. Se ha provocado casos de muerte embrionaria temprana a causa de una irrigación sanguínea con exceso de amoníaco debido a un exceso en la alimentación de proteína (entrevista a MVZ. Jorge Zegarra, Docente, Facultad Medicina Veterinaria-UCSM ,2004).

#### **2.1.8. Ensilaje de maíz forrajero.**

El maíz forrajero es un cultivo con muchos inputs y muchos outputs, que proporciona una concentración energética mas elevada por Kg. de materia seca. Presenta los menores costes de producción de todos los forrajes, por unidad energética aportada (PEA, Navarra, 2004).

El ensilaje de maíz constituye un recurso forrajero rico en energía, pero pobre en proteínas y minerales lo que lo hace poco recomendable para ser usado como único alimento, aún así se ha observado que aumenta el consumo de materia seca y producción de leche en los animales (Klein et al., 1993).

En la zona Atlántica, el maíz forrajero se cultiva con destino a la alimentación del ganado propio (autoconsumo). Mediante su empleo se obtiene mayor utilidad, ya que permite el reciclado de los nutrientes aportados por los residuos ganaderos para su aprovechamiento por el propio cultivo. Es un cultivo muy demandante de fertilización que cierra bien el reciclaje de nutrientes valorizando agrónomicamente los residuos ganaderos. (PEA, Navarra, 2004).

Todo el maíz forrajero se ensila. El 95% es consumido por el vacuno de leche y el 5% restante por el vacuno de carne y ovino de leche. El maíz forrajero producido en las explotaciones de la zona atlántica es consumido en la propia explotación, mientras que en la Ribera el destino principal de la producción es la venta (PEA, Navarra, 2004).

El cultivo de maíz forrajero es destinado al consumo del hato ganadero de los agricultores con el cual se ha logrado aumentar la producción de leche, la que acopia empresa líder en el Perú en la elaboración de productos lácteos (PERAT-PSI, 2003).

Comparada con otras especies forrajeras, la alfalfa tiene una alta productividad, solamente comparable a la del maíz forrajero, pero éste tiene el inconveniente de que no alcanza por sí solo el contenido mínimo en proteína para vacas lecheras (15%), por lo que es necesario mezclarlo con alfalfa (PEA, Navarra, 2004).

#### **2.1.9. Productividad del agua.**

El término de productividad agrícola está intrínsecamente relacionado con el de productividad del agua, que no es otra cosa que la relación entre el volumen de alimentos producidos con respecto al agua utilizada. Según la FAO (2005), este se ha incrementado positivamente lo que denota que hace falta mucho por hacer al respecto de pérdidas de agua en sistemas hidráulicos para riego y que tienen impacto negativo en la agricultura. Como consecuencia del uso excesivo de agua, se estima que anualmente se pierde por sedimentación cerca de 60 km<sup>3</sup> de agua en los principales embalses del

mundo. En la mayoría de los países en desarrollo la escasa disponibilidad del agua ha perjudicado a los pobres en la productividad, ingresos de familias rurales y lo referente a la salud y sanidad por escasez de agua potable.

Sin embargo a pesar de ciertas preocupaciones sobre la ineficiencia técnica del agua en la agricultura, su productividad se incrementó por lo menos en 100 por ciento entre los años 1961 y 2001. El principal factor responsable por este incremento ha sido el aumento de los rendimientos. En muchos cultivos el aumento de los rendimientos ocurrió sin aumentar el consumo de agua e incluso, en algunos casos, con menos agua, ya que aumentó el índice de cosecha. Los cultivos en los cuales el consumo de agua tuvo pocas variaciones durante esos años son el arroz- sobre todo bajo riego- y el trigo- sobre todo de secano- los cuales registraron incrementos a nivel mundial de 100 y 160 por ciento respectivamente. A nivel global, el incremento del consumo de agua en la agricultura en los últimos cuarenta años ha sido de 800 km<sup>3</sup> mientras que la población mundial se ha duplicado llegando a 6,000 millones. La eficiencia del riego según la FAO (2003) es inferior al 40 por ciento, debido a que el agua se desperdicia en cada fase, desde las filtraciones de los canales que conducen hasta grandes volúmenes en tierras cultivadas en exceso a las necesidades de cultivos o inútilmente a suelos en barbecho.

#### **2.1.10. Rendimiento de maíz forrajero por goteo.**

Montemayor et al (2003) obtuvieron un rendimiento máximo de 70 t por ha de maíz forraje verde con una lámina de 0.45 m de en riego por goteo.

Caldwell et al (1994) reportan consumos de 0.42 a 0.53 m<sup>3</sup> de agua en maíz forrajero para diferentes frecuencias de riego por goteo superficial con un rendimiento de 2.9 kilogramos de materia seca por metro cúbico de agua (Kg/m<sup>3</sup>) con cinta de riego en comparación a 2.0 Kg/m<sup>3</sup> en el sistema de riego por surcos.



Montemayor et al (2006) encontró que la eficiencia en el uso del agua se incrementó a 2.9 kg de materia seca/m<sup>3</sup> con el sistema de riego por goteo en maíz forrajero.

Bravo (2005), encontró que el máximo índice de área foliar en maíz forrajero obtenido fue 5.1 para la separación de cintas de 0.8m en riego por goteo con rendimiento de 70.19 toneladas por ha de forraje verde; de igual forma el resultado de materia seca fue de 20.19 toneladas por ha.

Rivera et al (2004) encontraron que la mayor producción de maíz forrajero verde y materia seca de 66.7 y 22.3 ton por ha, respectivamente, se obtuvo con una lámina de riego de 59.6 cm en riego por goteo.

#### **2.1.11. Costos de producción de maíz forrajero.**

Según SIRA (2005), el costo de producción de una hectárea de maíz forrajero por aspersión es de S/. 4,734.00 y por goteo es de S/. 5,168.87, con un rendimiento de 80,000 y 100,000 Kg respectivamente.

## **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2.1. Sistema de riego por goteo:**

Sistema que permite aplicar el agua artificialmente a un cultivo, gota a gota, conducida por medio de conductos cerrados (tubería) hasta los dispositivos emisores que se conocen como goteros. Consta de sistema de filtrado, equipo de fertilización, matrices, dispositivos de control (timer), goteros. Tiene ventajas como: Considerable ahorro de agua, posibilidad de regar cualquier tipo de terreno (accidentado, desnivelado o pobre), utilización de cualquier tipo de agua, aumento en la producción, disminución de malezas, no altera la estructura del terreno (no erosiona), se puede fertilizar y desinfectar por medio del riego; no moja el follaje ni los troncos lo que reduce el riesgo de enfermedades a la planta

(Fundamentos del riego, George H. Hargreaves e Gary P. Merkley, 2001).

### **2.2.2. Fertirrigación:**

El método de "fertirriego" combina la aplicación de agua de riego con los fertilizantes. Esta práctica incrementa notablemente la eficiencia de la aplicación de los nutrientes, obteniéndose mayores rendimientos y mejor calidad, con una mínima polución del medio ambiente. El fertirriego permite aplicar los nutrientes en forma exacta y uniforme solamente al volumen radicular humedecido, donde están concentradas las raíces activas. Para programar correctamente el fertirriego se deben conocer la demanda de nutrientes en las diferentes etapas fenológicas del ciclo del cultivo. La curva óptima de consumo de nutrientes define la tasa de aplicación de los nutrientes, evitando así posibles deficiencias o consumo de lujo. Es la Fertilización de cultivos a través del sistema de riego por goteo.

(Fertirriego en berries, Vidal P, I , Ing. Agr. Universidad Concepción, Chile, 2002).

### **2.2.3. Sistema de riego por aspersión:**

Sistema de riego tecnificado basado en la técnica de generar una lluvia artificial que se usa para el riego en cultivos. Este método de riego es considerado el más perfecto simulador de lluvia pero con una excepcional ventaja: el control de tiempo e intensidad que se puede aplicar a este sistema de riego.

El Riego por Aspersión consta de un sistema de suministro de agua bajo presión a través de tuberías, normalmente de plástico. Existen tipos de riego con tuberías móviles, más usados en empastados de grandes dimensiones como canchas deportivas y parques donde las tuberías están sobre la superficie del terreno (móviles). Una gran variedad de aspersores han sido diseñados para funcionar a diversas presiones, distancias y tamaños que proporcionan variadas características de flujo y distribución del agua, adaptando el sistema de riego a una amplia gama de condiciones.

Las ventajas más sobresalientes de este sistema son: Gran economía de agua y mano de obra, exactitud del suministro según las especies a regar,

activa la fertilidad mediante técnicas exactas de riego, permite fertilizar y aplicar todo tipo de productos fitosanitarios.

(Troc- Sistemas de riego, Chile, 2006).

#### **2.2.4. Índice de Rentabilidad:**

Relación entre los ingresos y costos de una empresa. Método de valoración de un proyecto de inversión consistente en dividir el valor actual de los flujos de caja actualizados por el valor del desembolso inicial del proyecto. Si el valor del índice es superior a la unidad, se supone que el proyecto analizado crea valor para la empresa.

(DiccionariodeEconomía.[www.gda.bbrokers.com/spanish/centralglosarioterminos](http://www.gda.bbrokers.com/spanish/centralglosarioterminos).2006).

#### **2.2.5. Ingresos:**

La empresa en el ejercicio de su actividad presta servicios y bienes al exterior. A cambio de ellos, percibe dinero o nacen derechos de cobro a su favor, que hará efectivos en las fechas estipuladas. Se produce un ingreso cuando aumenta el patrimonio empresarial. Entradas de dinero en la empresa procedentes de la venta de bienes o servicios típicos de su explotación. En sentido amplio se consideran también ingresos, los ingresos financieros y los ingresos accesorios a la explotación o atípicos, ventas,... y cualquier cuenta de resultados que de lugar a un cobro o derecho de cobro.

Diccionariodeterminoseconómicos,[www.mujeresempresarias.org/forma/i.html](http://www.mujeresempresarias.org/forma/i.html), 2006.

#### **2.2.6. Rendimiento:**

Empresarialmente hace referencia al resultado deseado efectivamente obtenido por cada unidad que realiza la actividad, donde el término unidad puede referirse a un individuo, un equipo, un departamento o una sección de una organización. Rendimiento promedio obtenido por todas las inversiones de la compañía. Se calcula dividiendo el beneficio antes de intereses pero después de impuestos entre el valor de mercado de los activos operativos de la empresa.

Diccionariodeterminoseconómicos, [www.ucm.es/info/jmas/temas/glosario.htm](http://www.ucm.es/info/jmas/temas/glosario.htm), 2006

#### **2.2.7. Costos:**

A diferencia de los gastos, los costos, por ejemplo de compra de materias primas, generarán probablemente un ingreso en el futuro al ser transformados y vendidos como producto terminado. Es la suma de los gastos invertidos por la empresa. Para obtener los recursos utilizados en la producción y distribución del producto o servicio.

Costo total = Costo fijo + costo variable

Enciclopedia de Costos .México.2002.

#### **2.2.8. Costos de Producción:**

Son los rubros que son usados directa e indirectamente en la producción de un bien o servicio. Los costos de producción son directos e indirectos. De manera general para la elaboración de las curvas de costos en el corto plazo, se involucran a los: costos fijos. Costos variables, costos marginales o incrementales. El análisis de costos y el control de estos es una función, cuyo objetivo es mantener a la empresa en una posición económica satisfactoria. (Enciclopedia de Costos .México.2002).

#### **2.2.9. Rentabilidad:**

El concepto de rentabilidad se refiere a obtener más ganancias que pérdidas en un campo determinado. Puede hacer referencia a: Rentabilidad económica (relacionada con el afán de lucro de toda empresa privada). En economía, la rentabilidad relaciona el beneficio con los recursos necesarios para obtener ese lucro. Por tanto, si se dice que se ha obtenido un beneficio de un millón no será un dato muy significativo hasta que se sepa cuando dinero o recursos se ha utilizado para obtener ese beneficio.

(Enciclopedia de Economía, [www.es.wikipedia.org/wiki/Rentabilidad](http://www.es.wikipedia.org/wiki/Rentabilidad))

**2.2.10. Maíz forrajero:**

Cultivo perteneciente a las familias de las gramíneas, utilizado en la alimentación animal de ganado vacuno lechero y otros rumiantes. El maíz forrajero es muy cultivado para alimentación de ganado. Se recoge y se ensila para suministro en épocas de no pastoreo. La siembra se efectúa de forma masiva si se utiliza como alimento en verde de manera que la densidad de plantación de semilla de 30 a 35 Kg por hectárea se siembra en hileras con una separación de una a otra de 70 a 80 cm y con siembra a chorrillo.

Se escogen variedades con alta precocidad para mejor desarrollo de la planta. El ensilaje consiste en una técnica en la que el maíz u otros tipos de forrajes se almacenan en un lugar o construcción (silo) con el fin de que se produzcan fermentaciones anaerobias.

El valor nutritivo del ensilaje destaca por su valor energético tanto en proteínas como sales minerales el contenido en materia seca del maíz ensilado se consigue con un forraje bien conservado.

(ElCultivodelMaíz.Infoagro2004.www.Infoagro.Com/Herbaceos/Cereales/Maiz 3).

### **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

En concordancia con los objetivos de esta investigación, ésta se ajusta al tipo investigación descriptiva porque se pretende analizar y especificar las variables, también es correlacional o explicativa porque se busca encontrar las razones o causas que provocan las variables.

Se caracteriza estar orientada hacia el alcance de los objetivos, es decir está dirigido a la generación de nuevos dispositivos y procedimientos para mejorar el uso de esta innovación tecnológica en la gerencia de las empresas agropecuarias en estudio.

En forma conceptual podemos caracterizar este estudio dentro de los diversos tipos de investigación :

Por su finalidad: aplicada

Por el tiempo que comprende: longitudinal o diacrónica.

Por el nivel de profundización: descriptivo, explicativo, comparativo y correlacional.

Por la dimensión objeto de estudio: macroinvestigación.

Por las fuentes de investigación: primaria y secundaria.

Por su carácter: cuantitativo y cualitativo.

#### **3.2. DISEÑO EXPERIMENTAL**

Es un diseño cuasiexperimental. Para estimar el modelo econométrico se utilizará un procedimiento que este basado en un diseño transversal, correlacional y causal porque analiza el estado de las variables en un momento dado y se recolectan los datos para su análisis respectivo. En concordancia con los objetivos de esta investigación, que se ajusta al tipo investigación descriptiva porque se pretende analizar y especificar las

variables, también es correlacional o explicativa porque se busca encontrar las razones o causas que provocan las variables.

Es decir está dirigido a encontrar la generación de nuevos dispositivos y procedimientos para mejorar el uso de esta innovación tecnológica en la gerencia de las empresas agropecuarias en estudio.

### **3.3. ÁMBITO DE ESTUDIO**

Se consideró el sector rural de la Irrigación Majes, Distrito de Majes, Provincia de Caylloma, Departamento Arequipa. Por sus características homogéneas en tamaño de parcela, un mismo piso ecológico, con una misma fuente de agua proveniente de la Represa de Condoroma,

### **3.4. UNIVERSO O POBLACIÓN**

La población objeto de esta investigación está constituida por 2571 empresas agropecuarias en la Irrigación Majes.

### **3.5. MUESTRA**

Para realizar este estudio, se consideró a 14 empresas agropecuarias ubicadas en las Secciones A, B, C, D y E de la Irrigación Majes. Debido que fueron los únicos innovadores en adoptar el sistema de riego por goteo en el cultivo de maíz forrajero. La presente investigación abarca los años 2004 y 2005 por evaluación de rendimiento del maíz forrajero, por el análisis de la producción de leche y por la comparación de ingresos de la venta de leche de las empresas agropecuarias.

### **3.6. TECNICAS E INSTRUMENTOS**

Para la obtención de los indicadores, se apelará a análisis documental, entrevistas y encuestas, siendo los instrumentos las guías y cuestionarios elaborados para cada caso.

Recopilación de datos de campo y Revisión de información primaria y secundaria.

- Revisión y seguimiento del desempeño de la actividad agropecuaria en las empresas en estudio. Recopilación de información de carpetas de estudio de línea de levante o base de cada empresa agropecuaria al inicio de la intervención de capacitación en cultivo de maíz forrajero bajo sistema de riego por goteo del Programa de Competitividad Agraria y Desarrollo Empresarial de la Autoridad Autónoma de Majes en el año 2005.
- Recopilación de información de cada empresa agropecuaria en estudio mediante una visita personal, entrevista y encuesta respectiva sobre su producción de leche, maíz forrajero y su uso como ensilaje de maíz.
- Recopilación de información técnica ganadera del Sub-Comité de Productividad Lechera de la Irrigación Majes.
- Recopilación de información de liquidación por venta de leche a la Empresa GLORIA S.A., planta de la Irrigación Majes de los años 2004 y 2005 en forma quincenal de cada una de las 14 empresas agropecuarias en estudio.
- Recopilación de información de liquidación de por venta de leche a la Empresa LAIVE S.A., de los años 2004 y 2005 en forma quincenal de cada una de las 14 empresas agropecuarias en estudio.
- Recopilación de información de liquidación de por venta de leche a los 6 Centros de Acopio de Leche: CAL El Pedregal, CAL La Colina, CAL Sr. De Los Milagros, CAL ASPAM, CAL El Paraíso y CAL Luis Pasteur, de los años 2004 y 2005 en forma quincenal de cada una de las 14 empresas agropecuarias en estudio.

### **3.7. RECOLECCION DE DATOS**

Los datos pertinentes sobre las variables involucradas en la investigación serán de objeto de medición para obtener las observaciones de interés, a las mismas que se aplicarán las técnicas estadísticas correspondientes y puedan



ser analizadas correctamente. Estas variables numéricas se inspeccionarán a través de estadísticas descriptivas para registrar errores, valores atípicos y anomalías de distribución. Una vez agrupados los datos, se construirán las unidades de análisis o segmentos del contenido de la información recolectada, las mismas que se ubicarán dentro de las categorías que para el efecto se determinarán, respondiendo a las variables que responden a las diferentes hipótesis planteadas.

Las encuestas serán planteadas de tal manera que en cada empresa agropecuaria, se pueda clasificar e identificar las variables antes y después que realizaron la innovación tecnológica del riego por goteo en el maíz forrajero al igual que en sus ingresos.

### **3.8. VALIDACIÓN Y VERIFICACIÓN DE DATOS:**

Proceso de verificación de datos en relación a estándares internacionales de productividad de maíz forrajero bajo riego por goteo y aspersión, leche en vacas raza Holstein a nivel mundial y nacional con revistas científicas: Dairy Hoardsman, Journal of Dairy Science y Journal of Agricultural Economics, Ministerio de Agricultura del Perú y FAO.

Adjuntar copias de actas de compromiso de capacitación del PROCADE (Programa de Competitividad Agraria y Desarrollo Empresarial) en riego por goteo para maíz forrajero de todas las empresas agropecuarias en estudio.

Adjuntar copias de líneas de base tomadas por el PROCADE (Programa de Competitividad Agraria y Desarrollo Empresarial) en riego por goteo para maíz forrajero de todas las empresas agropecuarias en estudio.

Adjuntar copias de fichas de resultados por el PROCADE (Programa de Competitividad Agraria y Desarrollo Empresarial) de cosechas y rendimientos de maíz forrajero bajo riego por goteo de todas las empresas agropecuarias en estudio.

Profesional capacitado en el manejo de Software Windows Excel 2003 realizará la confección de base de datos por empresa agropecuaria de la información que se obtendrá de las fuentes señaladas en forma individual.

Profesional Ingeniero Zootecnista con conocimientos de manejo técnico en crianza de ganado vacuno lechero, producción de maíz forrajero, alimentación de vacunos de leche, con conocimientos de software agropecuario y de ámbito laboral con más de 10 años de experiencia en la Irrigación Majes, en el trabajo de extensión agropecuaria, asistencia técnica y responsable del Centro de Recría de Vacunos de la Autoridad Autónoma de Majes, y con dominio del idioma inglés para el uso de información bibliográfica extranjera.

Se confeccionará cuadros en formato Excel con la información procesada referente a:

- Producción de maíz forrajero en Toneladas métricas con sistema de riego por aspersión y por goteo de los años 2004 y 2005.
- Producción de leche quincenal de los años 2004 y 2005 en kilogramos.
- Ingresos monetarios por venta de leche quincenal de los años 2004 y 2005 en nuevo soles.
- Se confeccionará tabla en Excel para determinar promedios y desviación estándar de los datos de rendimiento por Hectárea de maíz forrajero en cada empresa agropecuaria en estudio con sistema de riego por aspersión y con sistema de riego por goteo.
- Se confeccionará tabla en Excel para determinar promedios y desviación estándar de los datos de producción de leche anual de cada empresa agropecuaria en estudio para el año 2004 y 2005.
- Se confeccionará tabla en Excel para determinar promedios y desviación estándar de los datos de ingresos por venta de leche anual de cada empresa agropecuaria en estudio para el año 2004 y 2005.
- Se realizará el análisis estadístico y comparación entre los resultados de las variables en estudio entre el año 2004 y 2005,

para determinar la significancia probabilística estadística respectiva de los resultados.

- o Se elaborará gráficos y curvas respectivas que representaran las tendencias obtenidas por el procesamiento de los datos en cada variable en estudio.

Los cuadros y tablas estarán de acuerdo y basados en las Hipótesis planteadas.

Se realizará el análisis de los resultados obtenidos y se confrontará con la literatura y trabajos de investigación relacionados al tema, con un enfoque gerencial al respecto de la innovación tecnológica del riego por goteo sobre los ingresos de las empresas agropecuarias en estudio.

### **3.9. TÉCNICAS DE ANÁLISIS**

#### **3.9.1. Para la revisión bibliográfica.**

Se realizará las siguientes actividades:

- Búsqueda y análisis de trabajos de investigación con relación al tema.
- Exploración de trabajos de investigación y fuentes de información vía Internet.
- Uso de la Biblioteca Agrícola de la AUTORIDAD AUTONOMA DE MAJES. Gerencia de Desarrollo Rural.
- Ingreso a la Base de datos del PROCADE (Programa de Competitividad Agraria y Desarrollo Empresarial) de AUTODEMA.
- Uso de la Biblioteca de la Universidad Nacional San Agustín.
- Uso de la Biblioteca de la Universidad Católica Santa María.
- Uso de la Biblioteca de la Universidad Nacional Agraria La Molina.
-

Otras fuentes:

- Entrevistas a profesionales de AUTODEMA, Universidades Locales y Extranjeras.
- Consulta mediante Foros a profesionales e instituciones extranjeras vía Internet.
- Análisis de la información en revistas científicas en economía, agricultura y ganadería.

### **3.9.2. Prueba Estadística.**

Para realizar el ejercicio econométrico que permita verificar si la adopción del riego por goteo en maíz forrajero se da para definir la probabilidad de mejorar ingresos de las empresas agropecuarias en estudio.

Para la presente investigación se utilizó la Prueba T de Student para datos relacionados o muestras dependientes.

La prueba estadística t de Student para muestras dependientes es una extensión de la utilizada para muestras independientes. De esta manera, los requisitos que deben satisfacerse son los mismos, excepto la independencia de las muestras; es decir, en esta prueba estadística se exige dependencia entre ambas, en las que hay dos momentos uno antes (año 2004) y otro después (año 2005). Con ello se da a entender que en el primer período, las observaciones servirán de control o testigo, para conocer los cambios que se susciten después de aplicar una variable experimental.

Con la prueba t se comparan las medias y las desviaciones estándar de grupo de datos y se determina si entre esos parámetros las diferencias son estadísticamente significativas o si sólo son diferencias aleatorias.

Las consideraciones para su uso son que :

El nivel de medición, en su uso debe ser de intervalo o posterior.

El diseño debe ser relacionado.

Se deben cumplir las premisas paramétricas.

En cuanto a la homogeneidad de varianzas, es un requisito que también debe satisfacerse y una manera práctica es demostrarlo mediante la aplicación de la prueba ji cuadrada de Bartlett.

Este procedimiento se define por medio de la siguiente fórmula:

$$t = \frac{\bar{d}}{\frac{\sigma d}{\sqrt{N}}}$$

Donde:

$t$  = Valor estadístico del procedimiento.

$\bar{d}$  = Valor promedio o media aritmética de diferencias entre momentos antes y después.

$\sigma d$  = Desviación estándar de las diferencias entre los momentos antes y después.

$N$  = Tamaño de la muestra.

La media aritmética de las diferencias se obtiene de la manera siguiente:

$$\bar{d} = \frac{\sum d}{N}$$

La desviación estándar de las diferencias se logra como sigue:

$$\sigma d = \sqrt{\frac{\sum (d - \bar{d})^2}{N - 1}}$$

Pasos:

- Ordenar los datos en función de los momentos antes y después, y obtener las diferencias entre ambos.
- Calcular la media aritmética de las diferencias ( $\bar{d}$ ).
- Calcular la desviación estándar de las diferencias ( $\sigma d$ ).

- Calcular el valor de  $t$  por medio de la ecuación.
- Calcular los grados de libertad (gl)  $gl = N - 1$ .
- Comparar el valor de  $t$  calculado con respecto a grados de libertad en la tabla respectiva, a fin de obtener la probabilidad.
- Decidir si se acepta o rechaza la hipótesis.

**CAPITULO IV**  
**EXPOSICIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

**4.1. Resultados en Maíz Forrajero (bajo riego por aspersión). Irrigación Majes, 2004**

Los rendimientos de maíz forrajero bajo riego por aspersión durante el año 2004 son de 47 Toneladas Métricas por hectárea en promedio, con un costo de producción promedio por hectárea de S/.2985.00, a un costo unitario de S/. 0.064 por kilogramo y con un índice de rentabilidad de 1.26.(Ver Tabla 1).

**Tabla 1. Resultados Maíz Forrajero(bajo riego por aspersión). Irrigación Majes, 2004.**

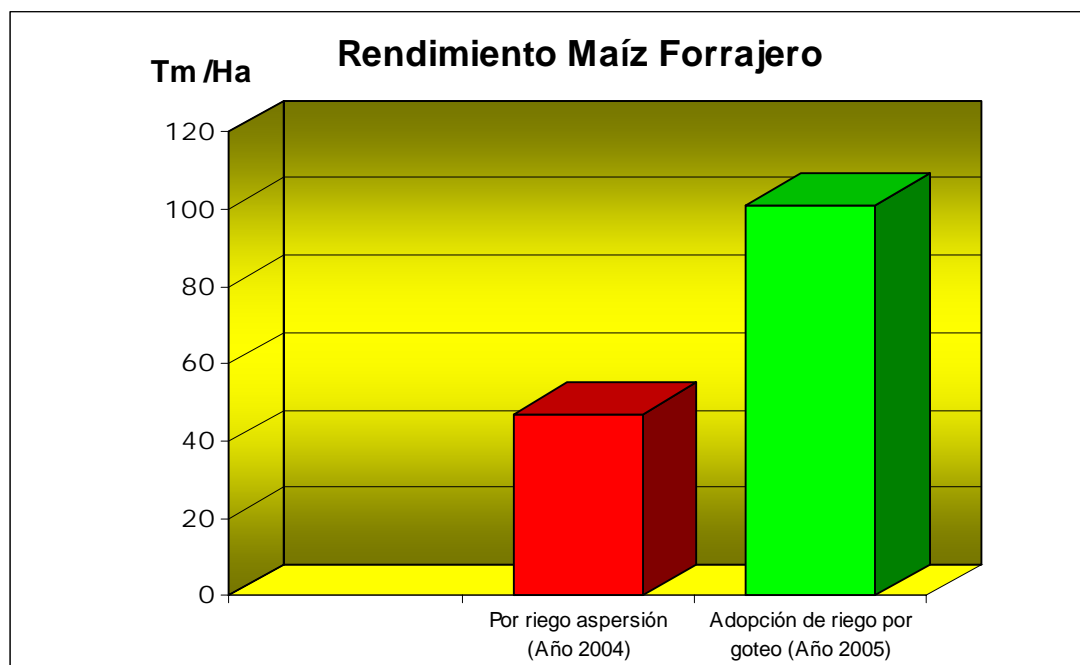
<b>RESULTADOS AÑO 2004</b>							
<b>CÓDIGO</b>	<b>MAIZ FORRAJERO</b>						
	<b>Área (Ha)</b>	<b>Rendimiento TM/Ha</b>	<b>(Soles por Ha)</b>			<b>Costo Unitario (S/.por Kg)</b>	<b>Índice de Rentabilidad</b>
			<b>Costo de Producción</b>	<b>Ingreso Bruto</b>	<b>Utilidad</b>		
A1	1	48	3,060	3840	780	0.064	1.255
A2	1	44	3,010	3520	510	0.068	1.169
A3	1	48	3,119	3840	721	0.065	1.231
A4	1	44	2,880	3520	640	0.065	1.222
A5	1	48	2,945	3840	895	0.061	1.304
A6	1	44	2,875	3520	645	0.065	1.224
A7	1	52	3,005	4160	1,155	0.058	1.384
A8	1	48	3,046	3840	794	0.063	1.261
A9	1	50	2,977	4000	1,023	0.060	1.344
A10	1	48	2,843	3840	997	0.059	1.351
A11	1	50	2,980	4000	1,020	0.060	1.342
A12	1	46	3,025	3680	655	0.066	1.217
A13	1	44	3,084	3520	436	0.070	1.141
A14	1	44	2,940	3520	580	0.067	1.197

Fuente: Elaboración propia.

El cultivo de maíz forrajero por el sistema de aspersión durante el 2004, no fue llevado en forma óptima porque a pesar de poder cumplir con la aplicación oportuna de fertilizantes y no estar acompañada de un adecuado riego, esto imposibilitó a que el cultivo no desarrolle en tamaño óptimo así como poco desarrollo del área foliar y mínima formación de mazorcas durante la etapa fructificación, disminuyéndose los rendimientos. El contenido energético más concentrado del maíz forrajero se encuentra en la mazorca y es el que aporta suficiente materia seca y peso final de la cosecha.

El gráfico N° 01 indica que hubo una deficiencia de adecuado riego por continua deserción de operarios de riego justo en las fases de crecimiento, floración y maduración del maíz forrajero, lo que origina una baja producción.

Los estándares esperados son de 80 toneladas métricas por hectárea si se hubiese aplicado un adecuado riego por aspersión al usar los elevadores y su rotación con la frecuencia oportuna a dichas fases productivas del maíz forrajero.



**Gráfico N° 01**

Fuente: Elaboración propia.



#### 4.2. Resultados de Producción de Leche e Ingresos Anuales, Irrigación Majes, 2004

Los rendimientos de producción de leche por vaca diarias son de 19.80 Kilos durante el año 2004 en promedio, con 3.19 % de grasa promedio, con una producción anual de 99388.6 Kg y un ingreso anual de S/.71242.81.

**Tabla 2. Resultados de Producción de Leche e Ingresos Anuales. Irrigación Majes, 2004**

RESULTADOS AÑO 2004							
CÓDIGO	PRODUCCION LECHE						
	Vacas Holstein (Promedio)		Leche				Ingresos Anual (S/.)
	Nº Vacas Total	Nº Vacas en producción	Kg. Promedio vaca-hato por día	Kg. Promedio vaca producción por día	% Grasa	Producción Anual Kg	
A1	10	9	17.60	19.56	3.18	42416	29812.51
A2	18	16	22.60	25.42	3.21	96257	67105.76
A3	25	22	16.25	18.47	3.25	24106	17201.20
A4	28	23	16.09	19.59	3.21	125153	90110.16
A5	57	47	15.67	19.00	3.35	206225	148482.00
A6	23	20	17.07	19.63	3.17	126519	90898.80
A7	29	25	20.24	23.48	3.17	187148	134358.92
A8	14	12	12.64	14.74	3.16	35732	25727.04
A9	23	19	14.85	17.97	3.09	79240	57352.60
A10	14	11	17.83	22.69	3.12	74375	53550.00
A11	26	21	17.55	21.73	3.17	143621	103407.10
A12	16	14	16.36	18.69	3.15	37050	26676.00
A13	20	16	15.38	19.23	3.19	57904	40617.22
A14	32	25	13.33	17.06	3.27	155694	112099.97

Fuente: Elaboración Propia

Por el bajo rendimiento de maíz forrajero por aspersión durante el 2004, se tuvo bajo disponibilidad de alimento forrajero en forma de ensilaje de maíz en la ración alimenticia diaria de las vacas lecheras, incidiendo en usar e instalar mayor área de alfalfa, lo que posiblemente originó un desbalance nutricional, especialmente en contenido inadecuado de proteína y energía en la dieta diaria animal, ocasionando menores rendimientos de leche, bajo contenido en grasa y menores ingresos por venta de leche producida en las empresas agropecuarias en estudio.

#### **4.3. Resultados en Maíz Forrajero (bajo riego por goteo), Irrigación Majes, 2005**

Los rendimientos de maíz forrajero bajo riego por goteo observados durante el año 2005 son de 101 Toneladas Métricas por hectárea en promedio, con un costo de producción promedio por hectárea de S/. 5399.00, a un costo unitario de S/ 0.055 por kilogramo y con un índice de rentabilidad de 1.49. (Ver Tabla 3). Hubo una mayor eficiencia del riego en general. El empresario agropecuario invirtió en la adquisición del equipo de riego por goteo y accesorios.

Este incremento de los rendimientos en maíz forrajero es producto de un adecuado manejo del sistema de riego por goteo, en especial de los camayos quienes eran los responsables directos del uso del sistema y operatividad del riego en las empresas agropecuarias en el año 2005, quienes fueron capacitados previamente.

Hubo un efecto positivo el uso adecuado y oportuno de fertilizantes solubles que aportaron cantidades de Nitrógeno, Fósforo y Potasio, así como de Calcio y elementos menores por el fertirriego, favoreciendo la entrega oportuna y uniforme de solución con cantidades disueltas en la etapa de desarrollo vegetativo y productivo del cultivo de maíz forrajero instalado en las empresas agropecuarias durante el 2005.

El manejo del riego por goteo, fertirriego y labores culturales favoreció el mayor rendimiento del maíz forrajero superando los estándares esperados, disminuyendo los costos unitarios y mejorando la rentabilidad del mismo, así como la permanencia de la mayoría de los operarios de riego en las empresas agropecuarias en estudio. Los rendimientos de maíz forrajero por riego por goteo (101 TM por hectárea) son mayores a los obtenidos por Valdivia, Montemayor, Rivera, Caldwell.

**Tabla 3. Resultados en Maíz Forrajero (bajo riego por goteo). Irrigación Majes, 2005**

RESULTADOS AÑO 2005							
MAIZ FORRAJERO							
CÓDIGO	Área (Ha)	Rendimiento TM/Ha	(Soles por Ha)			Costo Unitario (S/.por Kg)	Índice de Rentabilidad
			Costo de Producción	Ingreso Bruto	Utilidad		
A1	1	115	5,540	9200	3,660	0.048	1.661
A2	1	105	5,500	8400	2,900	0.052	1.527
A3	1	90	5,245	7200	1,955	0.058	1.373
A4	1	90	5,400	7200	1,800	0.060	1.333
A5	1	80	5,231	6400	1,170	0.065	1.224
A6	1	136	5,545	10880	5,335	0.041	1.962
A7	1	117	5,450	9360	3,910	0.047	1.717
A8	1	75	5,125	6000	875	0.068	1.171
A9	1	75	5,231	6000	770	0.070	1.147
A10	1	109	5,600	8720	3,120	0.051	1.557
A11	1	111	5,231	8880	3,650	0.047	1.698
A12	1	112	5,355	8960	3,605	0.048	1.673
A13	1	75	5,024	6000	976	0.067	1.194
A14	1	126	6,105	10080	3,975	0.048	1.651

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4. Resultados de Producción de Leche e Ingresos Anuales. Irrigación Majes, 2005

Los rendimientos de producción de leche por vaca diarias son de 19.87 Kilos durante el año 2005 en promedio, con 3.24 % de grasa promedio, con una producción anual de 114,745.4 Kg y un ingreso anual de S/. 84,420.75.

**Tabla 4. Resultados de Producción de Leche e Ingresos Anuales.**  
**Irrigación Majes, 2005**

RESULTADOS AÑO 2005							
CÓDIGO	PRODUCCION LECHE						
	Vacas Holstein		Leche				Ingresos Anual (S/.)
	Nº Vacas Total	Nº Vacas en producción	Kg. Promedio vaca-hato Por día	Kg. Promedio vaca/producción Por día	% Grasa	Producción Anual Kg	
A1	8	7	17.09	19.54	3.42	53551	37949.81
A2	19	16	24.90	29.57	3.28	98019	71074.51
A3	25	22	16.63	18.89	3.55	29442	21315.95
A4	28	22	16.21	20.63	3.17	159222	117824.28
A5	54	48	18.49	20.80	3.20	338130	250216.30
A6	21	18	16.90	19.72	3.14	140824	102969.98
A7	29	25	19.97	23.16	3.19	177448	130816.98
A8	15	12	13.31	16.64	3.21	27164	20101.36
A9	23	19	15.00	18.16	3.13	84552	61327.22
A10	12	11	15.04	16.41	3.25	64811	47960.14
A11	22	18	16.32	19.95	3.10	155996	115437.04
A12	16	14	17.42	19.91	3.07	60039	44428.86
A13	18	15	15.61	18.73	3.21	62244	45772.82
A14	32	27	13.27	15.73	3.43	154994	114695.14

Fuente: Elaboración Propia

Los índices productivos e ingresos fueron superiores debido al mayor rendimiento de maíz forrajero bajo riego por goteo durante el 2005 obtenidos por las empresas agropecuarias que adoptaron esta innovación tecnológica.

Asimismo, este facilitó obtener mayor disponibilidad de alimento forrajero en forma de ensilaje de maíz en la ración alimenticia diaria de las vacas lecheras. Se tuvo una mejora en el balance nutricional y de alimentación de vacas lecheras tanto en cantidad como en niveles adecuados de proteína y energía en la dieta diaria animal, favoreciendo mayores rendimientos de leche, mayor contenido en grasa y mejores ingresos por venta de leche producida en las empresas agropecuarias en estudio.

De acuerdo al mayor nivel productivo de leche, las vacas lecheras Holstein respondieron positivamente a una alimentación balanceada tanto en niveles adecuados de proteína como de energía, así como de calcio y fósforo, todos estos nutrientes disponibles en forma suficiente y equilibrada para cubrir los requerimientos de mantenimiento, reproducción, crecimiento y producción .

Se deduce de este estudio que en el año 2005 por efecto de la adopción del riego por goteo en maíz forrajero, se mejora los ingresos por leche y se disminuye el costo de alimentación en el costo total de producción de leche debido al uso de menor costo unitario del maíz forrajero en forma de ensilaje.

Considerándose que el costo de alimentación en la ganadería vacuno lechera representa cerca del 70 % del costo total de producción, se concibió muy importante en forma gerencial la estrategia de realizar la innovación tecnológica del riego por goteo en maíz forrajero en las empresas agropecuarias estudiadas para obtener mayor cantidad de forraje y alimento en forma de ensilaje de alta calidad energética y de menor costo unitario comparado a lo obtenido por un inadecuado cultivo de dicho forraje por sistema de aspersión en el año 2004.

#### 4.5. Comparación de Resultados Promedio en Maíz Forrajero. Irrigación Majes, 2004-2005.

La adopción del riego por goteo incrementó los rendimientos del maíz forrajero ( $P < 0.05$ ) en forma significativa con respecto a los obtenidos bajo el riego por aspersión.

**Tabla 5. Comparación de Resultados Promedio en Maíz Forrajero. Irrigación Majes, 2004-2005**

COMPARACIÓN DE RESULTADOS PROMEDIO EN MAIZ FORRAJERO						
Cultivo de Maíz Forrajero	Rendimiento TM/Ha	(Soles por Ha)			Costo Unitario (S/.por Kg)	Índice de Rentabilidad
		Costo de Producción	Ingreso Bruto	Utilidad		
Por riego aspersión (Año 2004)	47	2985	3760	775	0.064	1.26
Adopción de riego por goteo (Año 2005)	101	5399	8091	2693	0.055	1.49

Fuente: Elaboración Propia

Asimismo, se obtuvo un mayor índice de rentabilidad (1.49 vs 1.26) en el cultivo de maíz forrajero bajo riego por goteo que bajo el sistema de aspersión.

(Ver Gráfico N° 2)

El costo unitario por kilogramo de maíz forrajero fue menor ( S/. 0.550 vs S/. .064). en los obtenidos bajo el sistema de riego por goteo en comparación al de aspersión, indicando un menor costo unitario del insumo ensilaje de maíz en la alimentación de vacas lecheras en el año 2005. (Ver Gráfico 3)

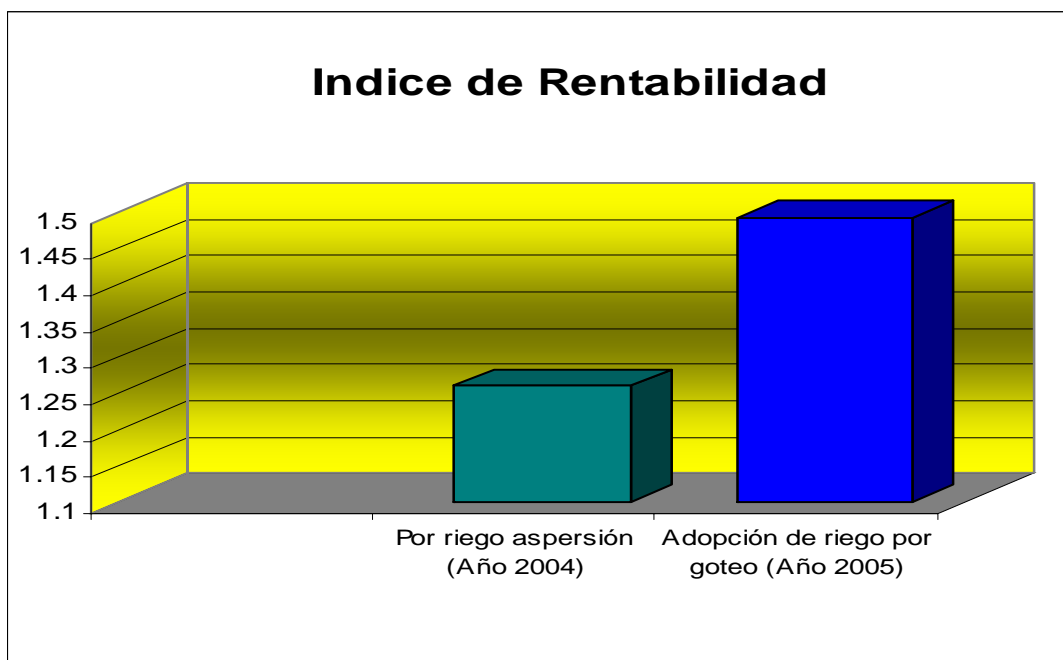


Grafico Nº 2

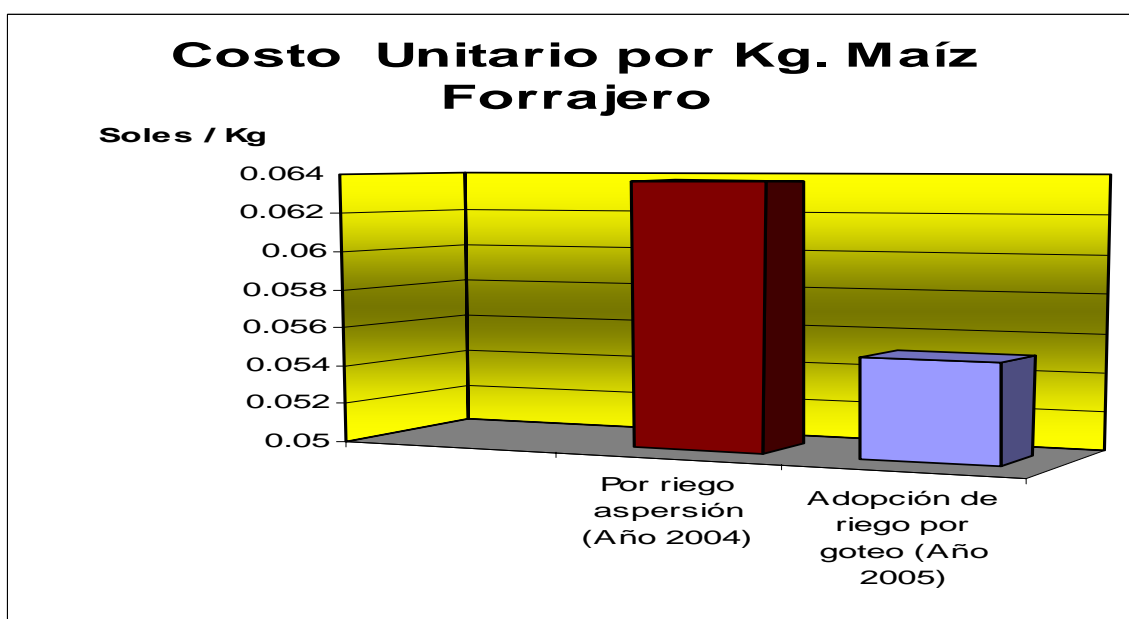


Grafico Nº 3

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.6. Comparación de Resultados Promedio en Producción Leche e Ingresos Anuales. Irrigación Majes, 2004-2005

La adopción del riego por goteo en maíz forrajero favoreció en incrementar en forma significativa la producción de leche ( $P < 0.05$ ), que en promedio fue superior la producida durante el año 2005 en comparación al 2004. Asimismo, el promedio de producción de leche por vaca/día fue superior durante el año 2005, en comparación al 2004. Ver Gráfico 4 y 5.

La adopción del riego por goteo en maíz forrajero influenció en forma significativa en incrementar los ingresos por leche ( $P < 0.05$ ). Ver Gráfico 6.

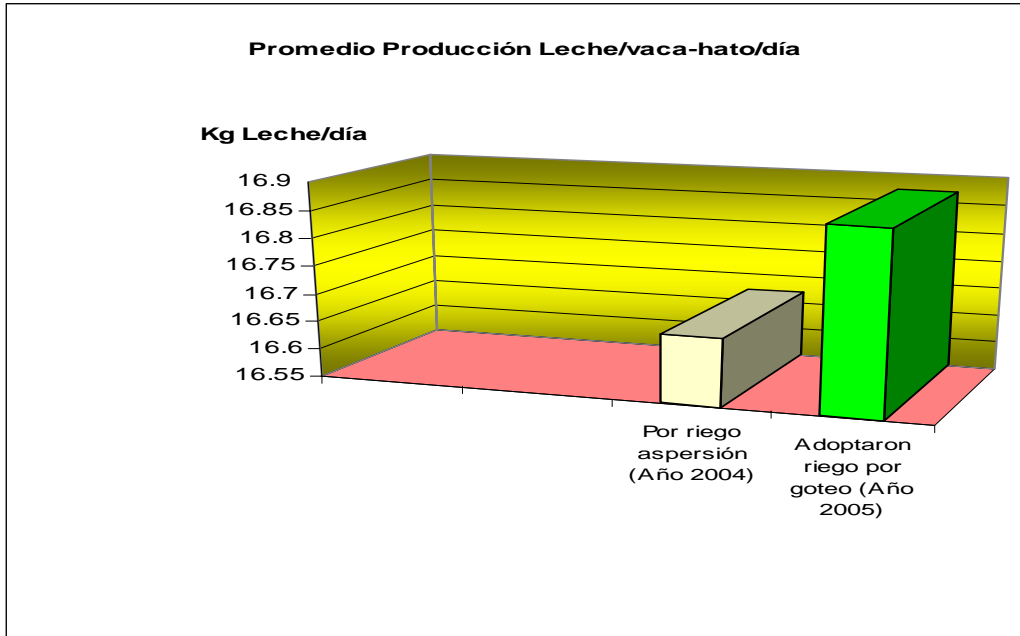
**Tabla 6. Comparación de Resultados Promedio en Producción Leche e Ingresos Anuales. Irrigación Majes, 2004-2005**

COMPARACIÓN DE RESULTADOS PROMEDIO PRODUCCION LECHE							
Empresas en estudio	Vacas Holstein(Promedio)		Leche				Ingresos Anual (S/.)
	Nº Vacas Total	Nº Vacas en producción	Kg. Promedio vaca-hato por día	Kg. Promedio vaca/ producción por día	% Grasa	Producción Anual Kg	
Por riego aspersión (Año 2004)	23.93	20.00	16.67	19.80	3.19	99388.6	71242.81
Adoptaron riego por goteo (Año 2005)	23.00	19.57	16.87	19.85	3.24	114745.4	84420.75

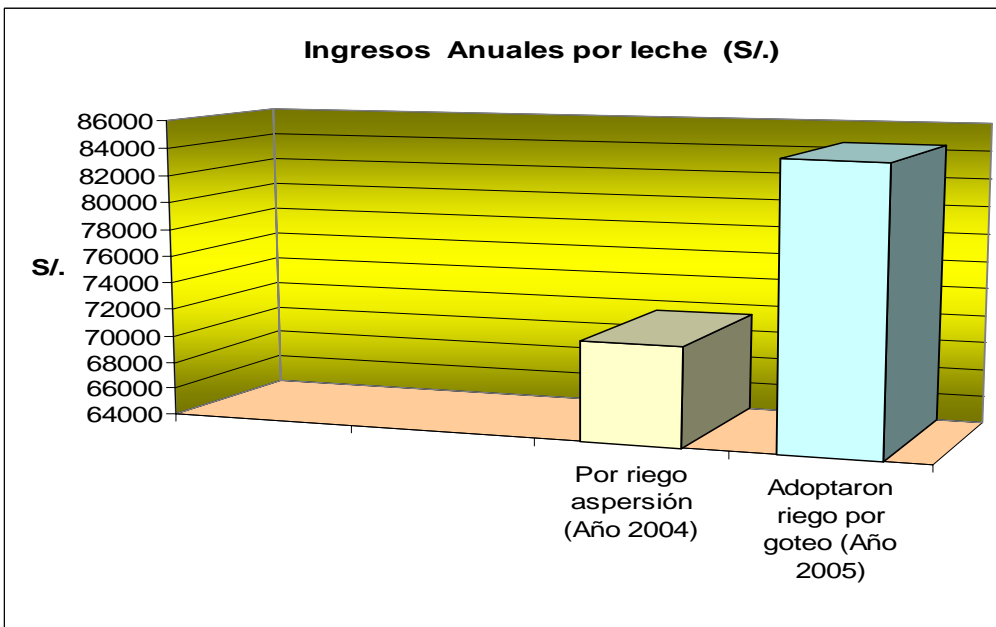
**Fuente: Elaboración Propia**



**Gráfico 4. Comparación de Producción Promedio de Leche/vaca-hato/día.**



**Gráfico 5. Comparación de Producción Promedio Leche Anual.**



Fuente: Elaboración propia

## **CONCLUSIONES**

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos se llegaron a las siguientes conclusiones:

**PRIMERA:** La adopción del sistema de riego por goteo en la conducción del cultivo de maíz forrajero en las empresas agropecuarias desarrollado técnicamente como mecanismo gerencial, dentro del desarrollo sostenible y sustentable, influyó positivamente sobre la productividad y sostenibilidad de las empresas que adoptan la innovación tecnológica.

**SEGUNDA:** La adopción del sistema de riego por goteo en las empresas agropecuarias produjo mayores rendimientos en maíz forrajero, disminuyendo el costo unitario (de S/. 0.064 a S/. 0.055 por kilogramo) y mejorando el índice de rentabilidad al producido anteriormente por riego por aspersión (1.49 vs 1.26).

**TERCERA** Se incrementó los ingresos por leche en promedio después que las empresas adoptaran el riego por goteo en maíz forrajero (S/. 84420.07 vs S/. 71242.81), mejorando producción de leche promedio anual (114,745.4 Kg vs 99,388.6 Kg)

**CUARTA** Se mejoró la producción de leche por vaca día en las empresas que adoptan el riego por goteo en maíz forrajero ( 16.87 vs 16.67 kilos leche/vaca/día), por obtener mayor disponibilidad de dicho alimento en forma de ensilaje en la alimentación de vacas lecheras, producto del incremento de rendimientos.

**QUINTA:** Hubo mejor calidad de leche producida con un mayor porcentaje de grasa ( 3.24 % vs 3.19 %) después que las empresas adoptaran el riego por goteo en maíz forrajero.

- SEXTA:** La decisión gerencial de la innovación tecnológica del riego por goteo en maíz forrajero influenció en disminuir el costo de alimentación de vacas lecheras ya que el costo por kilo de maíz forrajero disminuyó, desde S/. 0.064 a S/. 0.055 por kilo ensilaje de maíz forrajero.
- SEPTIMA:** Por el mayor rendimiento de maíz forrajero bajo riego por goteo durante el 2005 (101 Tm/ha vs. 47 Tm/ha en el 2004), se tuvo mayor disponibilidad de alimento forrajero en forma de ensilaje de maíz en la ración alimenticia diaria de las vacas lecheras, mejorando el balance nutricional tanto en cantidad como en niveles adecuados de proteína y energía en la dieta diaria animal, favoreciendo mayores rendimientos de leche, mayor contenido en grasa y mejores ingresos por venta de leche producida en las empresas agropecuarias en estudio.
- OCTAVA:** El riego es una herramienta útil en la búsqueda de mejoras de los niveles de rentabilidad y estabilidad de los ingresos en los sistemas agrícolas-ganaderos, y resultó viable su implementación ya que ha sido llevada bajo razones físicas, económicas, gestión y gerencia. La adopción del riego por goteo en estos sistemas ofrece un análisis en profundidad sobre como el efecto de la tecnología produce en los ingresos netos del predio en el corto plazo, considerando limitantes que se deben sortear en el manejo agronómico de suelos y cultivos y los ajustes que se deben verificar en la operatividad y gestión general de las empresas.
- NOVENA** La adopción del riego por goteo en maíz forrajero ha implementado resultados positivos, porque reúnen la condición de haber logrado armonizar el potencial que ofrecen los recursos naturales disponibles en los empresas agropecuarias para el desarrollo de esta innovación tecnológica y para la obtención de altos niveles de producción de maíz forrajero e ingresos por la producción de leche.

### **RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda realizar la investigación considerando hasta el año 2006, para evaluar si existe una tendencia creciente de mejora de ingresos por la adopción del riego por goteo en dichas empresas en la Irrigación Majes.
2. Se debe realizar el estudio y análisis pormenorizado de las raciones alimenticias ofrecidas al ganado vacuno lechero, para investigar la posible influencia del ensilaje de maíz forrajero en un mayor número de muestra de empresas agropecuarias que continúen adoptando el sistema de riego por goteo en maíz forrajero.
3. Se debe realizarse investigación sobre cómo la calidad de ensilaje de maíz forrajero podría influir directamente en el incremento de ingresos en dichas empresas agropecuarias.
4. Se debe investigar cómo el programa de fertirrigación a ser utilizado en los cultivos de maíz forrajero bajo riego por goteo podría afectar económicamente los rendimientos e ingresos de las empresas agropecuarias.
5. La adopción del riego por goteo en el maíz forrajero en la irrigación Majes viene siendo adoptado por las empresas agropecuarias para mejorar su productividad y rentabilidad, por lo tanto estimamos que nuestro trabajo de investigación (en nuestro próximo Doctorado) debe reorientarse hacia la producción ecológica del maíz forrajero de exportación, para lo cual, nos proponemos continuar esta línea de investigación apoyados en la agroecología.

## BIBLIOGRAFIA

1. Bravo M. C., Asesores: Dr. José A. Montemayor Trejo, M. C. Jesús Olague Ramírez. Tesis: Efecto de tres separaciones de cinta de riego por goteo subsuperficial en maíz forrajero. 1er. Lugar Maestría en Ciencias en Irrigación. Instituto Tecnológico Torreón, México 2005; Pág. 36.
2. Burke J. y Moench M., Groundwater and Society: Resources, Tensions and Opportunities, United Nations Department of Economic and Social Affairs and Institute for Social and Economic Transition, New York, 2000, pág. 11.
3. Caldwell DS, Spurgeon WE, Manges HL. Frequency of irrigation for subsurface drip- irrigated corn. Am Soc Agric Engr 1994; 37(4):1099-1103.
4. Castro Díaz – Balart, F. Ciencia, innovación y futuro, 2002. —p. 179-325.
5. Claridades Agropecuarias. Revista mensual producida y editada por Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria, órgano Desconcentrado de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación C. Ana Graciela Aguilar Antuñano. Febrero 2006.
6. Diccionario de Economía, [www.gda-bbrokers. Com /spanish /central ...../glosario terminos](http://www.gda-bbrokers.com/spanish/central/.../glosario%20terminos), 2006).
7. Diouf J., Director General de la FAO. 2004. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Declaración final del G8 sobre la decisión de acabar con el ciclo del hambre en el Cuerno de África, aumentar la productividad agraria y promover el desarrollo rural.
8. Dixon J.y K. Easter W., “Integrated Watershed Management: An Approach to Resource Management”, Cap. 1, en: K. W. Easter, J. A. Dixon y M.Hufschmidt, Administración de Recursos Hídricos, Westview Press, Boulder, Colorado, EE.UU., 1986, pág. 6. Enciclopedia de Costos. México. 2002
9. Esquinas-Alcázar. Secretario de la Comisión sobre Recursos Genético para la Alimentación y la Agricultura de la FAO y preside el Subcomité de la FAO sobre Ética para la Agricultura y la Alimentación. Esta ponencia

expresa los puntos de vista del autor y puede no reflejar necesariamente la política de la FAO y/o de sus Países Miembros. HAMBRE Y GLOBALIZACIÓN. SITUACIÓN ACTUAL Y COOPERACIÓN INTERNACIONAL. 2005.

10. Flores,M;A, Identificación de los Sistemas de Producción del Cultivo de Maíz Chala en la principal zona productora de la Cuenca Lechera del Sur, Irrigación de Majes, Arequipa, 1998”, Tesis para el grado de Magíster Scientiae en Producción Animal. UNALM. Auspiciada. Gloria S.A.
11. Flores M, A; 2001.Producción lechera en la Irrigación de Majes -Arequipa. Un sistema de alimentación para vacas Lecheras en áreas de irrigación. Rev Inv Vet Perú 2001; 12(2): 14-20.
12. Hargreaves G. Merkley .FUNDAMENTOS DEL RIEGO. Un Texto de Tecnología Aplicada para la Enseñanza del Riego a Nivel Intermedio. Copyright 2001. Water Resource Publications.
13. IFPRI-IWMI. Panorama Global del Agua hasta el año 20025. Como impedir una crisis inminente. Washington, D.C. 2002.
14. INFOAGRO. Cultivo del Maíz, Infoagro, 2004 [www. Infoagro.com](http://www.infoagro.com) /Herbaceos / Cereales -Maiz3.
15. Jahn B, E. , Vidal V, A., Soto O, P. 1983, 1993, 1995,1996. Sistema de producción de leche basado en alfalfa (*medicago sativa*) y maíz (*zea maíz*) para la zona centro sur. y producción de leche. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu, Casilla 426, Chillán, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Experimental Humán, Casilla 767, Los Angeles, Chile.
16. Keulen, H.Van; 1975.Simulation of caer use and herbage growth in arid regions.ISBN 90-220-0557-7, Pudoc, Wageningen.
17. Machado, Fernández M. Gestión tecnológica para un salto en el desarrollo industrial, 1997 -- p. 35-62.
18. Marx C. & Engels, Feuerbach Oposición entre las concepciones materialista e idealista (Primer Capitulo de La Ideología Alemana) 1856.
19. Montemayor J, Trejo A, Gómez Monsivaib AO, Olague Ramírez J,

- Zermeño González A, Ruiz Cerda E, Fortis Hernández M, Salazar Sosa E, Aldaco Nuncio R. Efecto de tres profundidades de cinta de riego por goteo en la eficiencia de uso de agua y en el rendimiento de maíz forrajero. *Maíz Tec. Pecu. México* 2006; 44(3):359-364.
20. Montemayor JA, Olague J, Rodríguez JC, Fortis M. Consumo de agua en el maíz forrajero bajo sistema de riego sub-superficial [resumen]. VII Simposio Internacional y II Congreso nacional de agricultura sostenible. Monterrey N.L. 2003:50.
  21. Pavón J. Y A. Hidalgo (1997) *Gestión e Innovación. Un enfoque estratégico*.
  22. Plan estratégico de Agricultura de Navarra. Análisis sectorial agroalimentario 2004. Grupos verticales. Gobierno de Navarra, Departamento de Agricultura, Ganadería y Alimentación. España. Volumen 2.1.
  23. Programa Internacional para la Investigación Tecnológica en Riego y Drenaje, *Poverty Reduction and Irrigated Agriculture, Issues Paper N° 1*, FAO, Roma, 1999. Págs. 7, 15-16.
  24. PSI-PERAT. , A. Boletín Informativo Año II- N° 6, Abril 2003. PERAT. Programa de Extensión Rural y Asistencia Técnica. Zona Sur-Perú.
  25. Rivera González, M, Juan Estrada Ávalos, Ignacio Orona Castillo Y Juan Guillermo Martínez. Forage Corn (Zea Mays L.) Production Under Narrow Row And Subsurface Drip Irrigation Conditions. *Cenid-Raspa, Inifap, Km. 6.5 Margen Derecha Canal Sacramento, Cp-35140, Gómez Palacio, Dgo. México.*  
E-Mail: Riveram@Raspa.Inifap.Conacyt.Mx. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA – AGROFAZ VOLUMEN 4 NÚMERO 1, 2004
  26. Sistema de Información Rural Arequipa – SIRA/ Convenio SADA – GTZ ....IICA Email: info@sira-arequipa.com.pe .Febrero 2005.Compilado e

ilustrado del: Proyecto especial majes-siguas / Dirección de Desarrollo Rural-Autodema Región Arequipa. PSI-PERAT, Paquete Tecnológico: Cultivo de Maíz Forrajero.

- 27.** Taller Internacional sobre Gestión de la Calidad del Agua y Control de la Contaminación en América Latina. 30 septiembre - 3 de octubre de 1998. Chile.
- 28.** Troc- Sistemas de riego, Chile, 2006. Sistemas de riego por aspersión.
- 29.** UNESCO-WWAP. Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos. París, Francia. 2003. p.19.
- 30.** Valdivia P, H.; 2000. Ensayo de maíz forrajero en riego por goteo con tres volúmenes de agua, dos frecuencias de riego, densidad alta y baja de siembra.
- 31.** Valdivia P, H; Zipori Z, I; Pinto V, J. Respuesta de maíz a agua bajo riego por aspersión y goteo. FAPROCAF. Factores que influyen en la producción de cultivos alimenticios y forrajeros en áreas desérticas de la zona sur del Perú. Programa de Cooperación Internacional Perú.Holanda.Israel.2000.Witlp.edu.mx/publica/tutoriales/producción1



**ANEXO**

## ANEXO

### PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA ESTADISTICA DE HIPOTESIS PLANTEADAS

Para determinar la significancia probabilística de las diferencias en los resultados entre las variables en estudio se procede a aplicar la prueba estadística T con el método de Bartlett para determinar la  $T_o$  (Valor de T resultado de la prueba) y comparar el valor  $T_t$  (Valor de T en tablas estadísticas a  $P < 0.05$ ), obteniéndose para cada hipótesis planteada los siguientes resultados:

RENDIMIENTO MAIZ EN tm/ Ha					
Parcelas	Antes (2004)	Después (2005)	d	d-dx	(d-dx) <sup>2</sup>
A-157	48	115	67	12,86	165,31
A-161	44	105	61	6,86	47,02
A-275	48	90	42	-12,14	147,45
A-329	44	90	46	-8,14	66,31
B1-060	48	80	32	-22,14	490,31
B3-030	44	136	92	37,86	1433,16
B4-038	52	117	65	10,86	117,88
D2-088	48	75	27	-27,14	736,73
D3-030	50	75	25	-29,14	849,31
D4-056	48	109	61	6,86	47,02
D5-021	50	111	61	6,86	47,02
E2-085	46	112	66	11,86	140,59
E5-020	44	75	31	-23,14	535,59
E7-017	44	126	82	27,86	776,02
			<b>758</b>		<b>5599,71</b>

Aplicando la prueba de ji cuadrada de Bartlett, se obtiene:

**To : 9.760**

**Tt : 1.761**

Como  $T_o$  es mayor a  $T_t$ , se acepta la hipótesis que la adopción del riego por goteo mejora los rendimientos del maíz forrajero ( $P < 0.05$  significativa).

INGRESOS (SOLES)					
Parcelas	Antes (2004)	Después (2005)	d	d-dx	(d-dx) <sup>2</sup>
A-157	29812,51	37949,81	8137,30	-5844,30	34155896,76
A-161	67105,76	71074,51	3968,75	-10012,85	100257258,10
A-275	17201,2	21315,95	4114,75	-9866,85	97354820,54
A-329	90110,16	117824,28	27714,12	13732,52	188581978,03
B1-060	148482	250216,30	101734,30	87752,70	7700535542,44
B3-030	90898,8	102969,98	12071,18	-1910,42	3649722,32
B4-038	134358,92	130816,98	-3541,94	-10439,66	108986597,86
D2-088	25727,04	20101,36	5625,68	-8355,92	69821476,64
D3-030	57352,6	61327,22	3974,62	-10006,98	100139741,64
D4-056	53550	47960,14	-5589,86	19571,46	383042228,27
D5-021	103407,1	115437,04	12029,94	-1951,66	3808994,88
E2-085	26676,00	44428,86	17752,86	3771,26	14222366,97
E5-020	40617,22	45772,82	5155,60	-8826,01	77898446,22
E7-017	112099,97	114695,14	2595,17	-11386,43	129650893,88
			<b>195742,47</b>		<b>9012105964,53</b>

Aplicando la prueba de ji cuadrada de Bartlett, se obtiene:

To : 1.986

Tt : 1.761

Como To es mayor a Tt ,se acepta la hipótesis que la adopción del riego por goteo mejora los ingresos. ( $P < 0.05$  significativa).

PRODUCCION DE LECHE (KILOS)					
Parcelas	Antes (2004)	Después (2005)	d	d-dx	(d-dx) <sup>2</sup>
A-157	42416	53551,00	11135,00	-5445,80	29656737,64
A-161	96257	98019,00	1762,00	-14818,80	219596833,44
A-275	24106	29442,00	5336,00	-11244,80	126445527,04
A-329	125153	159222,00	34069,00	17488,20	305837139,24
B1-060	206225	338130,00	131905,00	115324,20	13299671105,64
B3-030	126519	140824,00	14305,00	-2275,80	5179265,64
B4-038	187148	177448,00	-9700,00	-6880,80	47345408,64
D2-088	35732	27164,00	8568,00	-8012,80	64204963,84
D3-030	79240	84552,00	5312,00	-11268,80	126985853,44
D4-056	74375	64811,00	-9564,00	26144,80	683550567,04
D5-021	143621	155996,00	12375,00	-4205,80	17688753,64
E2-085	37050	60039,00	22989,00	6408,20	41065027,24
E5-020	57904	62244,00	4340,00	-12240,80	149837184,64
E7-017	155694	154993,60	-700,80	-17281,60	298653698,56
			<b>232131,2</b>		<b>15415718065,68</b>

Aplicando la prueba de ji cuadrada de Bartlett, se obtiene:

To : 1.801

Tt : 1.761

Como To es mayor a Tt ,se acepta la hipótesis que la adopción del riego por goteo mejora la producción de leche ( $P < 0.05$  significativa).

PROMEDIO PRODUCCION DE LECHE VACA/HATO/DIA (KILOS)					
Parcelas	Antes (2004)	Después (2005)	d	d-dx	(d-dx) <sup>2</sup>
A-157	17,60	17,09	0,51	-0,40	0,16
A-161	22,60	24,90	2,30	1,39	1,93
A-275	16,25	16,63	0,37	-0,54	0,29
A-329	16,09	16,21	0,12	-0,79	0,62
B1-060	15,67	18,49	2,82	1,91	3,64
B3-030	17,07	16,90	0,17	-0,74	0,55
B4-038	20,24	19,97	0,27	-1,18	1,40
D2-088	12,64	13,31	0,68	-0,23	0,05
D3-030	14,85	15,00	0,16	-0,75	0,57
D4-056	17,83	15,04	2,79	-1,88	3,53
D5-021	17,55	16,32	1,23	0,32	0,10
E2-085	16,36	17,42	1,06	0,15	0,02
E5-020	15,38	15,61	0,22	-0,69	0,47
E7-017	13,33	13,27	0,06	-0,85	0,73
			<b>12,77375</b>		<b>14,07</b>

Aplicando la prueba de ji cuadrada de Bartlett, se obtiene:

To : 3.281

Tt : 1.761

Como To es mayor a Tt, entonces se acepta la hipótesis que la adopción del riego por goteo en maíz influyó en mejorar el promedio producción de leche vaca/hato/día ( $P < 0.05$  significativa).