

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA**

(Creada por Ley N° 25265)

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA**



**TESIS**

**EFICIENCIA DEL SISTEMA DE RIEGO POR SOLARIZACION A  
DIFERENTES PROFUNDIDADES EN EL CULTIVO DE HABA (*Vicia Faba L.*)  
EN LA PROVINCIA DE ACOBAMBA**

**LINEA DE INVESTIGACION:**

**RECURSOS HIDRICOS**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. DIOMEDES ÁNGEL LAURA CASTRO**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**HUANCAVELICA - PERÚ**

**2020**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA

(Creada por la Ley 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA



### ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS VIRTUAL

En la ciudad Universitaria de Común Era de la Facultad de Ciencias Agrarias; se llevó a cabo la sustentación por vía virtual y cuyo link [meet.google.com/dns-oupw-gjc](https://meet.google.com/dns-oupw-gjc) El 23 de diciembre del 2020 a horas 10:00 am, donde se reunieron; el jurador calificador, conformado de la siguiente manera:

Presidente : Dr. David RUIZ VILCHEZ

Secretario : M.Sc.Efraín David ESTEBAN NOLBERTO.

Vocal : Mtro Adelfa YZARRA AGUILAR

Designados con **Resolución N° 217-2019-D-FCA-UNH**; del proyecto de investigación titulado "EFICIENCIA DEL SISTEMA DE RIEGO POR SOLARIZACION A DIFERENTES PROFUNDIDADES EN EL CULTIVO DE HABA (Vicia faba L.) EN LA PROVINCIA DE ACOBAMBA HUANCVELICA."

Cuyo autor es el graduado: BACHILLER:

**LAURA CASTRO Diomedes Ángel**

A fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación virtual del proyecto de investigación antes citado

Finalizando la evaluación; se invitó al público presente y al sustentante abandonar la plataforma virtual; y luego de una amplia deliberación por parte del jurado, se llevó al siguiente resultado.

APROBADO  UNANIMIDAD

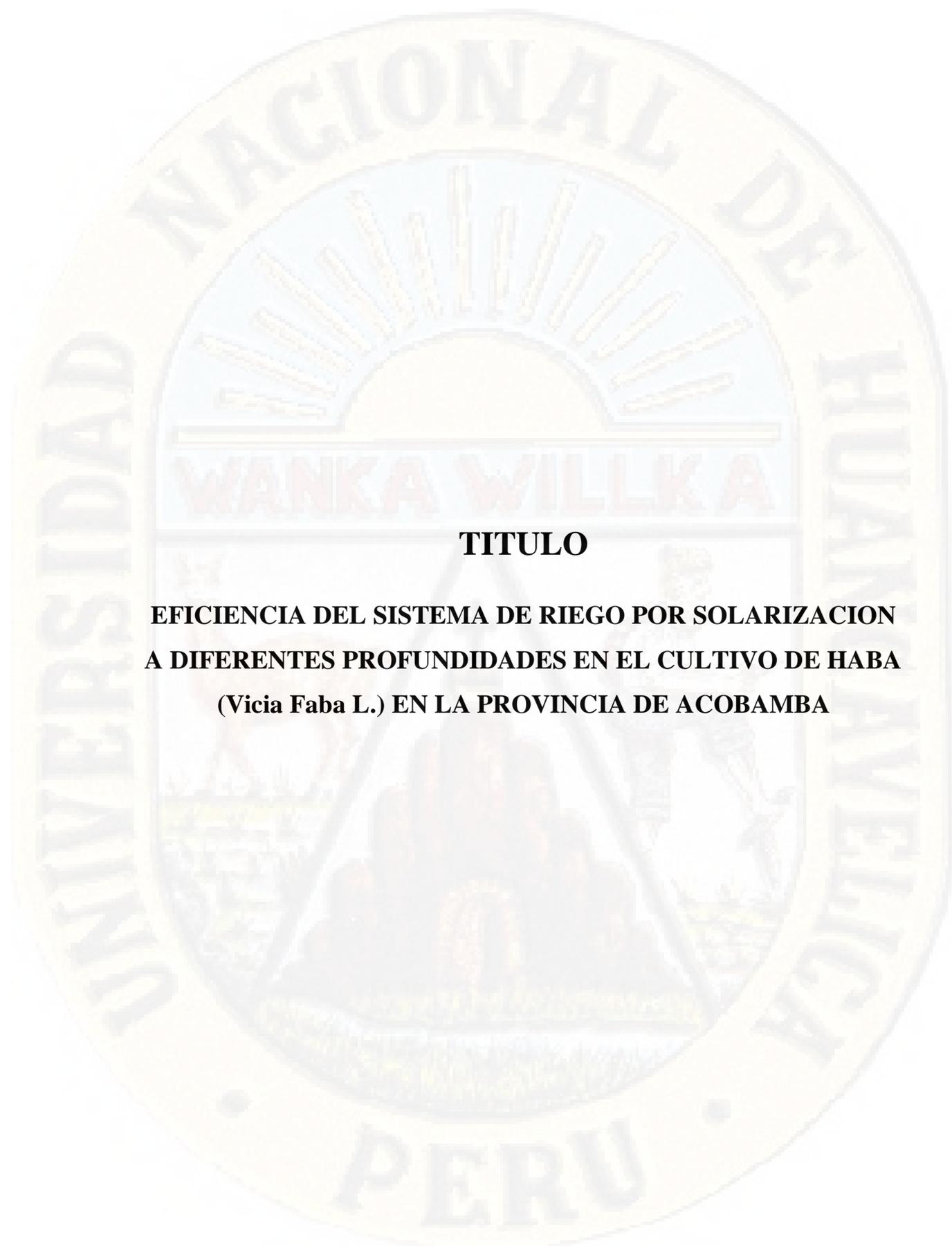
DESAPROBADO

En conformidad a lo actuado firmamos al pie.

Dr. David RUIZ VILCHEZ  
Presidente

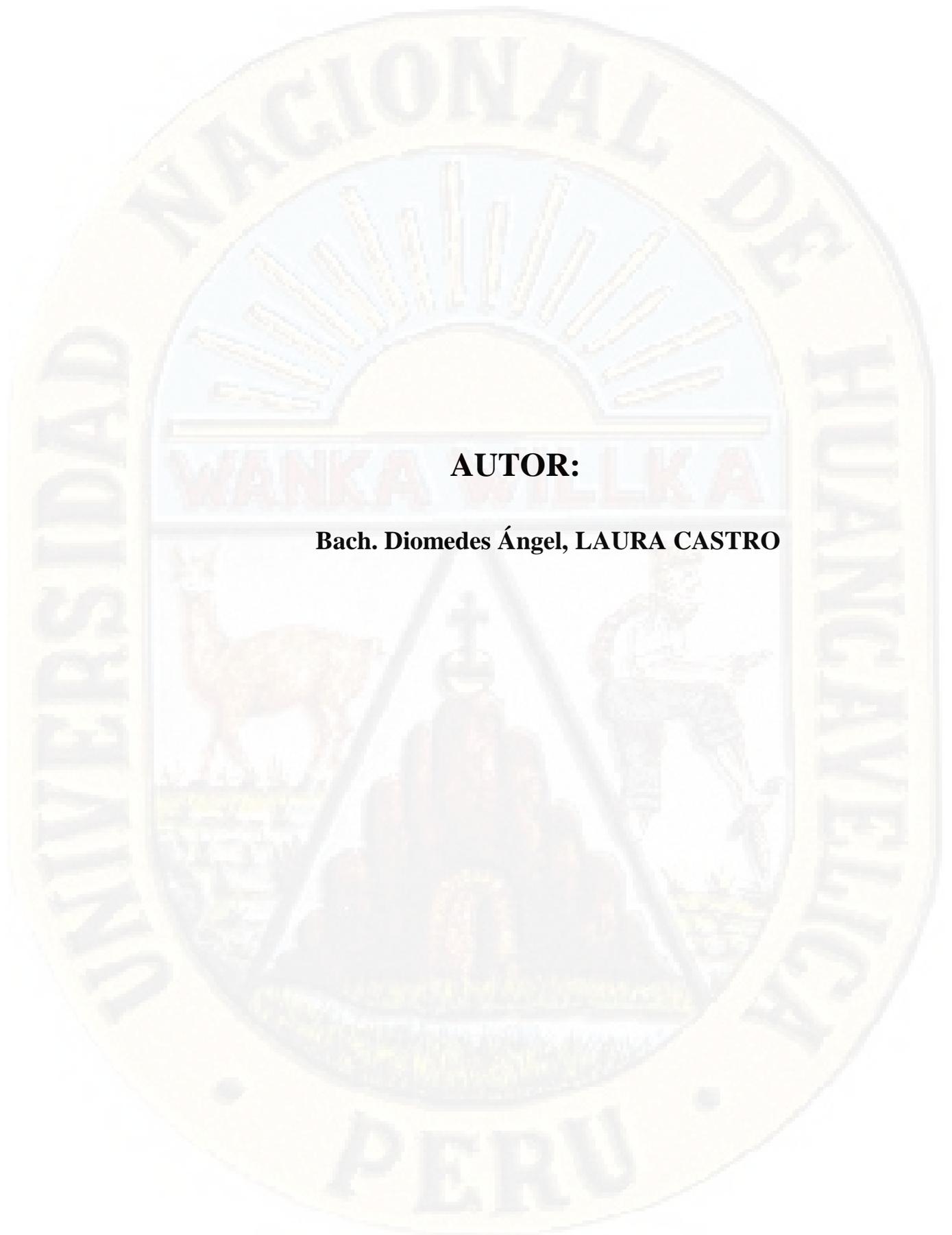
M.Sc..Efraín David ESTEBAN NOLBERTO  
Secretario

Mtro Adelfa YZARRA AGUILAR  
Vocal.



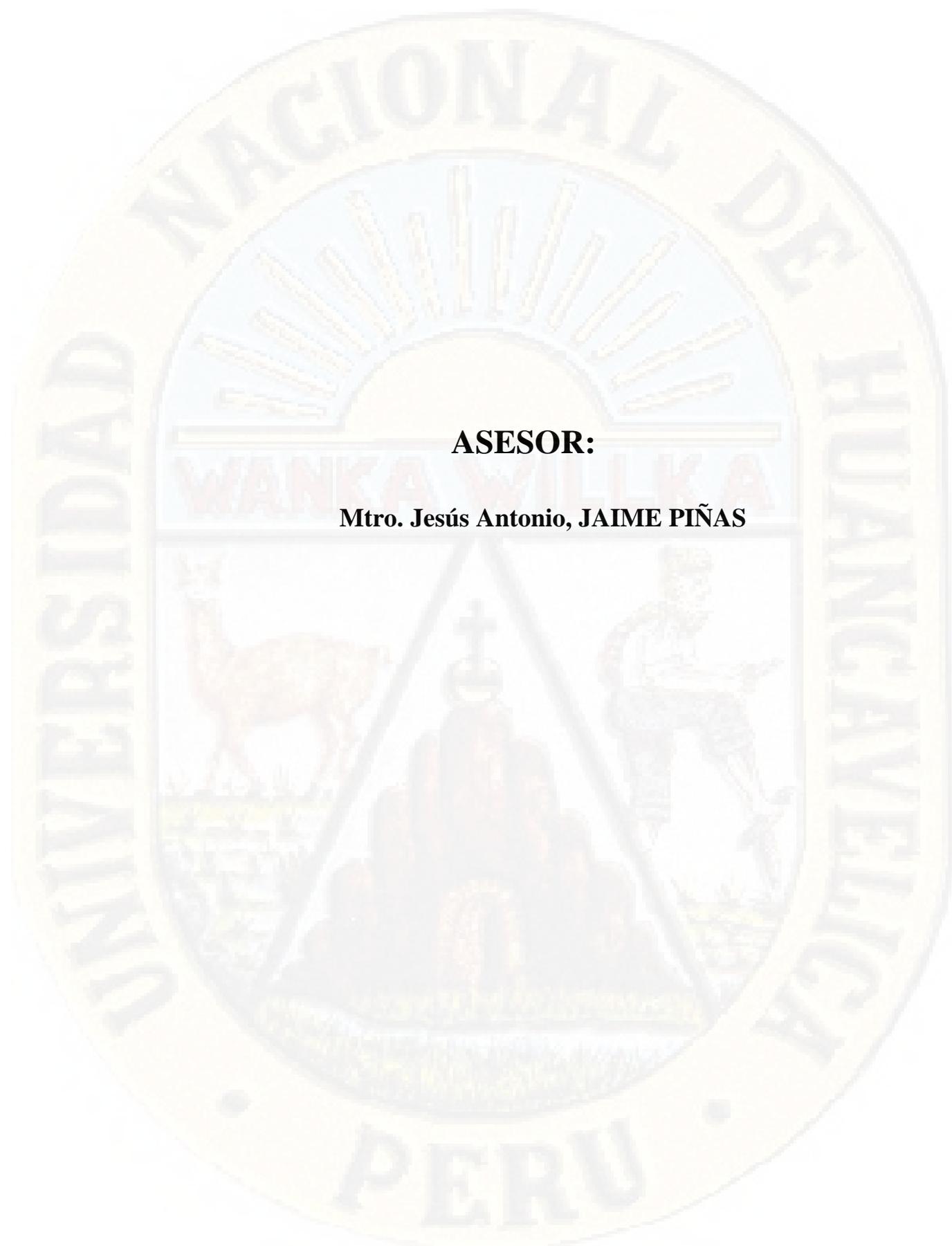
## **TITULO**

**EFICIENCIA DEL SISTEMA DE RIEGO POR SOLARIZACION  
A DIFERENTES PROFUNDIDADES EN EL CULTIVO DE HABA  
(Vicia Faba L.) EN LA PROVINCIA DE ACOBAMBA**



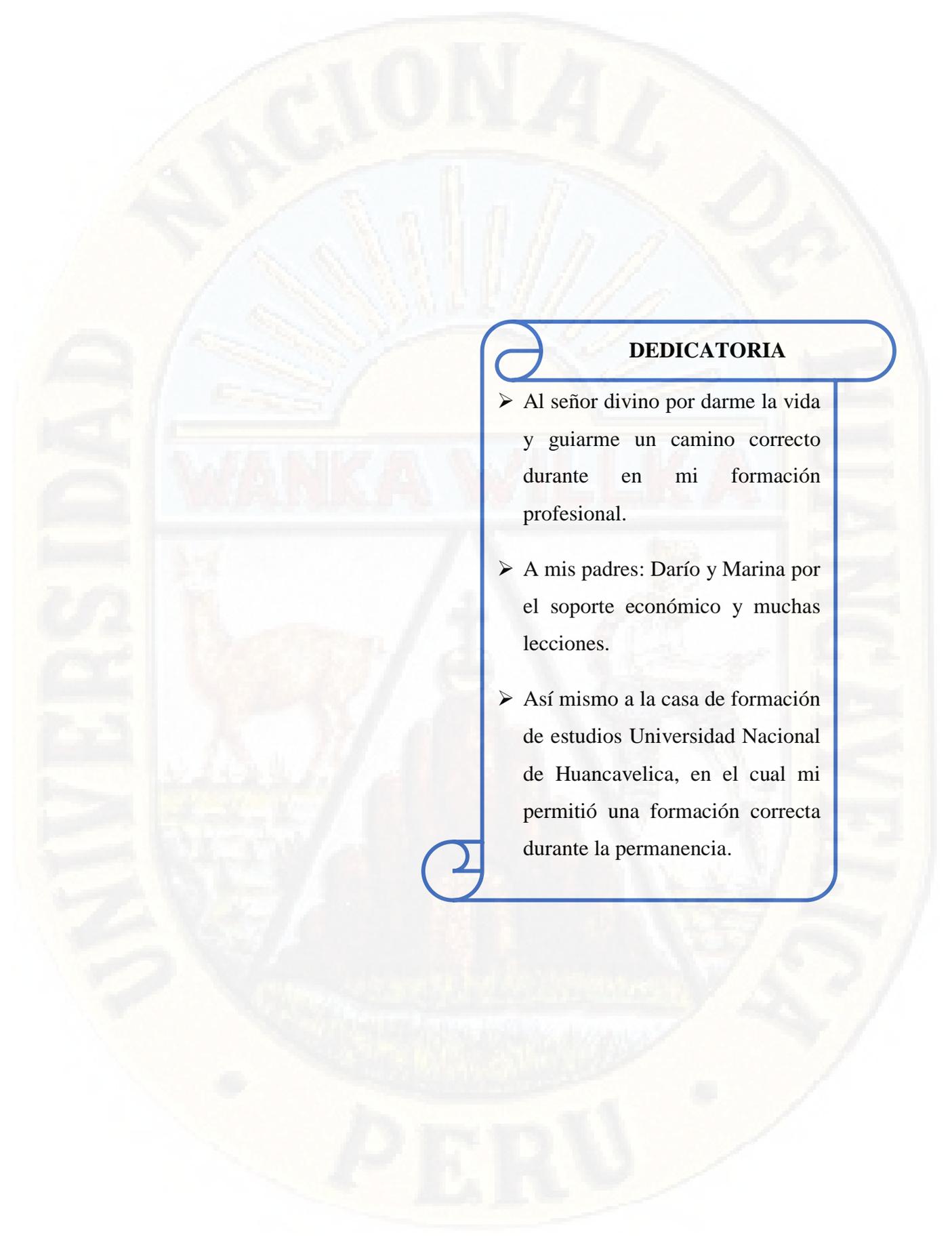
**AUTOR:**

**Bach. Diomedes Ángel, LAURA CASTRO**



**ASESOR:**

**Mtro. Jesús Antonio, JAIME PIÑAS**



## DEDICATORIA

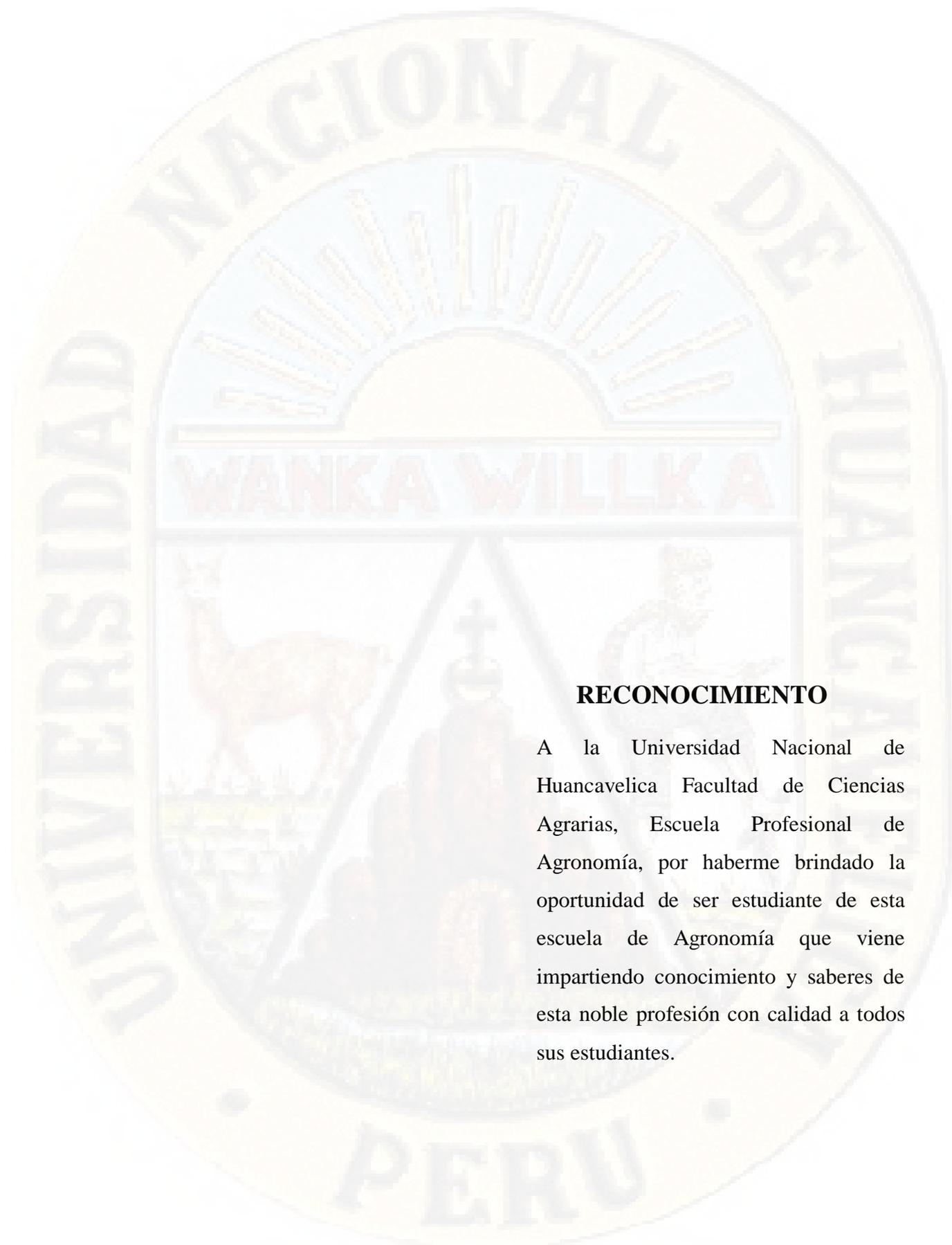
- Al señor divino por darme la vida y guiarme un camino correcto durante en mi formación profesional.
- A mis padres: Darío y Marina por el soporte económico y muchas lecciones.
- Así mismo a la casa de formación de estudios Universidad Nacional de Huancavelica, en el cual mi permitió una formación correcta durante la permanencia.

## **AGRADECIMIENTO**

Un agradecimiento muy especial a mis padres: Darío y Marina, por su infinito apoyo incondicional de económicos y a mis hermanos Heber y Anderson por el apoyo perseverante, en los momentos más difíciles de compartir de los económicos y morales.

Al. Mtro. JAIME PIÑAS JESÚS ANTONIO, con aprecio y cariño en calidad de asesor, quien con su valioso conocimiento y experiencia me encamino en la ejecución y en la redacción del informe final, del proyecto de investigación.

Finalmente, a nuestra casa de estudios a la Universidad Nacional de Huancavelica, a los docentes por sus conocimientos compartidos y la experiencia, de la escuela profesional de Agronomía y a los amigos por haber compartido con su admiración de sus conocimientos valiosas para mi formación profesional.



## **RECONOCIMIENTO**

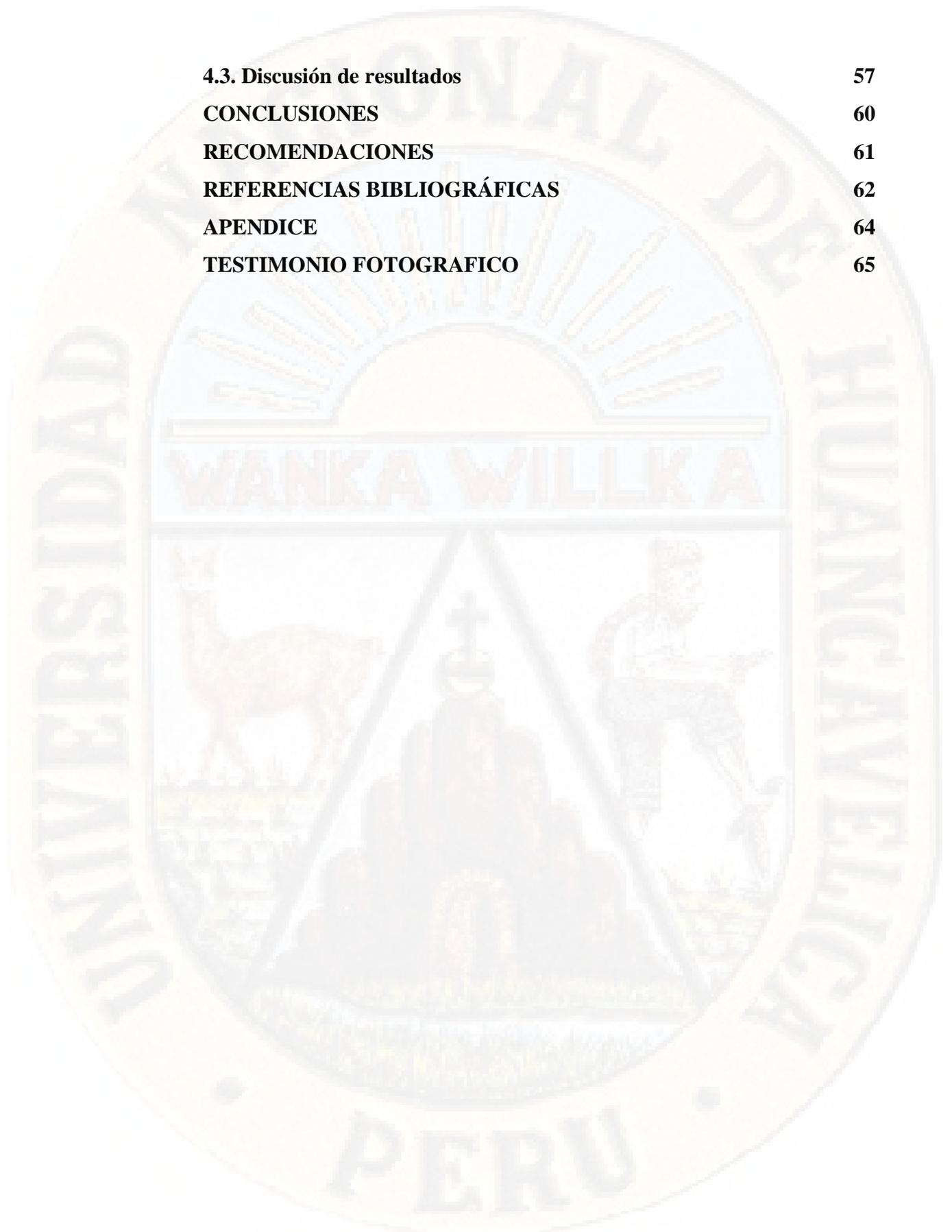
A la Universidad Nacional de Huancavelica Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Agronomía, por haberme brindado la oportunidad de ser estudiante de esta escuela de Agronomía que viene impartiendo conocimiento y saberes de esta noble profesión con calidad a todos sus estudiantes.

# ÍNDICE

<b>TITULO</b>	iii
<b>AUTOR</b>	iv
<b>ASESOR</b>	v
<b>DEDICATORIA</b>	vi
<b>AGRADECIMIENTO</b>	vii
<b>RECONOCIMIENTO</b>	viii
<b>INDICE DE CUADROS</b>	xii
<b>INDICE DE FIGURAS</b>	xiii
<b>RESUMEN</b>	xiv
<b>SUMMARY</b>	xv
<b>INTRODUCCION</b>	xvi
<b>CAPITULO I</b>	18
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	18
<b>1.1. Descripción del problema</b>	18
<b>1.2. Antecedentes de la problemática</b>	18
<b>1.3. Formulación de problema</b>	21
<b>1.4. Objetivos</b>	21
<b>1.4.1. Objetivo general</b>	21
<b>1.4.2. Objetivos específicos</b>	22
<b>1.5. Justificación</b>	22
<b>1.6. Limitaciones</b>	23
<b>CAPITULO II</b>	25
<b>MARCO TEÓRICO</b>	25
<b>2.1. Antecedentes</b>	25
<b>2.2. Bases Teóricas</b>	25
<b>2.2.1. Generalidades</b>	25
<b>2.2.2. Conceptos</b>	26
<b>2.2.2.1. Ciclo del agua</b>	26
<b>2.2.2.2. Riego</b>	27

2.2.2.3. Importancia del riego	28
2.2.2.4. Riego por gravedad	28
2.2.2.5. Riego por aspersión	29
2.2.2.6. Riego localizado	29
2.2.2.7. Sistema de riego por goteo	30
2.2.2.8. Riego solar por goteo	30
2.2.2.9. Sistema de riego por solarización o goteo solar	32
2.2.2.10. Funcionamiento del sistema de riego por goteo solar	32
2.2.3. Cultivo de haba	32
2.3. Bases conceptuales	41
2.3.1. Diferentes conceptos y definiciones de riego por solarización	41
2.3.2. Funcionamiento	43
2.4. Definición de términos	44
2.5. Formulación de la hipótesis	47
2.6. Variables	47
2.6.1. Variables Independientes	47
2.6.2. Variables Dependientes	47
2.6.3. Variable Interviniente	48
2.6.4. Operacionalización de variables	48
<b>CAPITULO III</b>	<b>49</b>
<b>METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION</b>	<b>49</b>
3.1. Ámbito temporal y espacial	49
3.2. Tipo de investigación	49
3.3. Nivel de investigación	49
3.4. Método de investigación	50
3.5. Población Muestra y muestreo	50
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	51
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	51
<b>CAPITULO IV</b>	<b>52</b>
<b>PRESENTACION DE RESULTADOS</b>	<b>52</b>
4.1. Análisis de información	52
4.2. Prueba de hipótesis	57

<b>4.3. Discusión de resultados</b>	<b>57</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>60</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>61</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>62</b>
<b>APENDICE</b>	<b>64</b>
<b>TESTIMONIO FOTOGRAFICO</b>	<b>65</b>



## INDICE DE CUADROS

Cuadro N.º 01. Promedio altura de Planta de haba en días	52
Cuadro N.º 02. Promedio número de macollos de haba / golpe	53
Cuadro N.º 03. Cuadro comparativo consumo de agua/ciclo de cultivo	55
Cuadro N.º 04 Cuadro comparativo consumo de agua/ciclo de cultivo.	64

## INDICE DE FIGURAS

figura N° 01. Promedio altura de Planta de haba en días	53
Figura N° 02. número de macollos de haba promedio	54
Figura N° 03. Cuadro comparativo consumo de agua/ciclo de cultivo	56
Figura N° 04. Demanda de agua m <sup>3</sup> /ha., sistema de riego por solarización	56

## Resumen

**Objetivo:** Conocer la eficiencia del sistema de riego por solarización a diferentes profundidades, en el cultivo de haba, en la provincia de Acobamba **Método:** El método de investigación científico, se basó mediante trabajo y evaluación de riego por solarización de haba mediante botellas PET instalados a diferentes profundidades de cubierta y, gabinete evaluando, tabulando e infiriendo los resultados. El presente trabajo de exploración determino un nivel **explicativo** de relación causal puesto que busco evaluar el rendimiento del cultivo de haba relacionando su respuesta al riego por solarización en tres niveles de profundidad de las botellas PET.

**Resultados:** Se puede deducir que la producción de haba verde en promedio utilizando por golpe tres semillas asegura un rendimiento de **9,25 t./ ha.**, aun con una merma del 2% por daños de pájaros, este resultado del sistema de riego por solarización ofrece ventajas al productor que cultiva en condiciones de secano o bajo lluvia siendo la demanda de agua / hectárea del sistema con cubierta a 0,06 m., del ras del suelo de 11,81 m<sup>3</sup> /ha., a 0,12 m., 7,13 m<sup>3</sup>/ha., y 4,86 m<sup>3</sup>/ha., a 0,18m., durante todo el ciclo del cultivo.

**Conclusiones:** Se infiere que el sistema de riego por solarización permite el riego en forma eficiente al cultivo e implica un ahorro de agua mayor al **100%** con respecto al uso exclusivo de sistemas de riego tradicionales cuya demanda durante todo el ciclo del cultivo nos permite inferir un consumo promedio de **7,93 m<sup>3</sup>/ha.**, además podemos concluir sentenciando que el riego por solarización es muy eficiente, sencillo y económico caracterizando una tecnología de riego óptima para la producción de cultivos bajo el régimen productivo de secano **propiciando un aumento de la producción y disminuyendo la demanda de agua de riego** a un nivel mínimo de requerimiento por hectárea con 95% y 99% de probabilidad.

**Palabras claves:** Evaluación, riego por solarización, botellas PET.

## ABSTRACT

**Objective:** To know the efficiency of the irrigation system by solarization at different depths, in the cultivation of broad beans, in the province of Acobamba. Method: The scientific research method was based on work and evaluation of irrigation by solarization of broad beans using PET bottles installed. at different depths of cover and, cabinet evaluating, tabulating and inferring the results. The present exploration work determined an explanatory level of causal relationship since I seek to evaluate the performance of the bean crop by relating its response to irrigation by solarization at three depth levels of PET bottles.

**Results:** It can be deduced that the production of green beans on average using three seeds per blow ensures a yield of 9.25 t / ha., Even with a decrease of 2% due to bird damage, this result of the irrigation system by Solarization offers advantages to the producer who cultivates in rainfed or rainy conditions, being the demand for water / hectare of the system with a cover at 0.06 m., from the ground level of 11.81 m<sup>3</sup> / ha., at 0.12 m. ., 7.13 m<sup>3</sup> / ha., And 4.86 m<sup>3</sup> / ha., At 0.18m., Throughout the crop cycle.

**Conclusions:** It is inferred that the irrigation system by solarization allows irrigation efficiently to the crop and implies a saving of water greater than 100% with respect to the exclusive use of traditional irrigation systems whose demand throughout the crop cycle allows us to infer an average consumption of 7.93 m<sup>3</sup> / ha., In addition, we can conclude by stating that irrigation by solarization is very efficient, simple and economical, characterizing an optimal irrigation technology for the production of crops under the rainfed production regime, promoting an increase in production and decreasing the demand for irrigation water to a minimum level of requirement per hectare with 95% and 99% probability.

**Key words:** Evaluation, solarization irrigation, PET bottles.

## Introducción

El agua para riego es un recurso que cada día se limita tanto cuantitativa como cualitativamente debido al crecimiento acelerado de las demandas para uso familiar, pecuario, agrícola e industrial que aún es incipiente en Acobamba Huancavelica, en los últimos años existe una corriente de maximizar la eficiencia del uso del agua para riego utilizando tecnología migratoria como aspersión, goteo, micro aspersión, sudoración, riego al xilema entre otros sin embargo estas tecnologías no son adaptables a la configuración del relieve terrestre de Acobamba y menos a la micro parcelación de los predios agrícolas de los pequeños agricultores resultando inútil este intento por lo que sin un cambio de la tecnología de riego tradicional o superficial lo que requerimos es el uso más racional de la misma la cual debe ser utilizada de manera más eficiente en los sistemas de riego. **La eficiencia de riego es aquel capaz de otorgar al suelo humedad permanente y oportuna dentro de las necesidades hídricas apropiadas y sin llegar a un estrés por falta de agua que perjudique al cultivo**, ello va a estar en dependencia de las tipologías propias de los cultivos en proceso, condiciones climáticas, manejo y el medio de desarrollo, todo lo cual se puede expresar mediante la **eficiencia de aplicación del agua de riego es la cantidad de agua útil para el cultivo que queda en el suelo después de un riego**, en relación al total del agua que se aplicó, la eficiencia de aplicación en la parcela generalmente se mide en porcentaje o litros de agua útil en el suelo por cada 100 litros aplicados. Mediante el riego por solarización se permite mantener humedad constante en áreas circundantes al sistema radicular del cultivo **¿lo cual será suficiente para la producción de alimentos sin provocar déficit hídrico?** es una de las interrogantes que deberá ser aclarado con la presente investigación. Así, mismo teniendo en cuenta que tan solo un porcentaje menor al 20% de las tierras agrícolas del mundo se encuentran bajo riego y, siendo estas las que proporcionan el 40% de la producción agrícola mundial se hace imprescindible generar nuevas tecnologías que incrementen

la eficiencia de aplicación del agua de riego al cultivo, en función de los factores climáticos, fenología del cultivo y características propias del suelo. La agricultura es el sistema de producción que mayor demanda de agua tiene a nivel global; siendo el riego la actividad que consume el 70% de este recurso a nivel mundial es indispensable mejorar la eficiencia de riego, suministrando a la plantación la cantidad de agua solo necesaria para satisfacer sus necesidades sin provocar pérdida de agua por percolación profunda con el consecuente lavado de fertilizantes. Ante lo puntualizado, se hace necesario realizar estudios de **“Eficiencia del Sistema de riego por Solarización a diferentes profundidades en el cultivo de haba (*Vicia faba* L.) en la provincia de Acobamba”**, por la simplicidad del proceso y promoción indirecta de la conservación del medio ambiente.

# CAPITULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1.Descripción del Problema

El manejo de agua para riego requiere adecuadas estimaciones de sus requerimientos hídricos, lo cual significa conocer con precisión las necesidades de agua de los cultivos en las diferentes etapas de su desarrollo como cultivo en proceso, además de contar con nuevas tecnologías si pretendemos tener satisfactorios rendimientos a pesar de la baja disponibilidad de recursos hídricos en Acobamba. La introducción de nuevas tecnologías de riego ha sido escasas e insuficientes para cubrir las condiciones prevalentes de clima y suelo de la zona. El haba (*Vicia faba* L.), económicamente es un cultivo importante para los agricultores de Acobamba que en las condiciones locales indica un cultivo bien adaptado a ambientes de baja disponibilidad de agua y a variaciones intensas de la temperatura. Sin embargo, las necesidades de agua de este cultivo no han sido cubiertas por la deficiente disponibilidad de este recurso hídrico. Otro aspecto importante a tener en cuenta es la contaminación del distrito de Acobamba que está en aumento debido al mal manejo de los residuos sólidos, crecimiento poblacional y el comercio de productos agrícolas informal existente.

### 1.2. Antecedentes de la problemática

El Proyecto Nuevas Irrigaciones de la Dirección de Estudios del programa Nacional de pequeñas irrigaciones (PRONAPEMI), en el año 1991 elabora el estudio de factibilidad con diseños a nivel constructivo del Proyecto de Irrigación de Acobamba I Etapa. Mediante el Acta de revisión de Estudio, del 30 de mayo de 1991 la Comisión elaboradora designada con Memorando N° 06-91-AG-91-AG-DGAS PRONAPEMI-DEST/PRO, recomienda la aprobación del estudio de Factibilidad con Diseños a Nivel constructivo del Proyecto de Irrigación Acobamba I Etapa. Con oficio N° 311-91 AG-DGAS-PRONAPEMI-DE, del 20 de junio de 1991, la Dirección ejecutiva del Programa Nacional de Pequeñas y

Medianas Irrigaciones PRONAPEMI solicita la aprobación del Estudio de Factibilidad con diseño a Nivel constructivo del Proyecto de Irrigación Acobamba I Etapa. Estudio Geológico – Informe Final Túneles 1, 2, 3 y 4 del estudio de factibilidad con diseños a nivel constructivo de la Irrigación Acobamba lo realizó PRONAMACHCS el año 1,995. Estudio de factibilidad Fondo General Contravalor Perú Canada – ONG PRODER 1997. El 09 de julio del año 2,000 se crea el Sistema Nacional de Inversión Pública mediante Ley N° 27293. Entre el 2003 y 2004 el Gobierno Regional Huancavelica realizó trabajos de excavación del Túnel N° 04 desde la progresiva 40+406.59 hasta la 41+ 480.59 haciendo un total de 1,074.0m de avance. El estudio de factibilidad actualizada de Proyecto Construcción Irrigación Acobamba, fue remitido por el Gobierno Regional Huancavelica con oficio N° 122- 2004/GOB. REG. –HVCA-GRDE. Con el Oficio N° 3249-2004-AG-OGPA-OI del 04 de noviembre del 2004, se remite al Gobierno Regional Huancavelica el Informe Técnico N° 161-2004-AG-OGPA/OI, que contiene las observaciones al estudio de Factibilidad Actualizado del Proyecto Construcción Irrigación Acobamba. La Unidad Formuladora ejecutora es el Gobierno Regional Huancavelica. El Perfil del Proyecto Terminación Irrigación Acobamba fue remitido por el Gobierno Regional Huancavelica con el oficio N° 538-2006 / GOB. REG. HVCA / GRPP y AT-SGPI y CTI. Con Oficio N° 3620-2006-AG-OGPA-OI, se remite el Informe Técnico N° 256- 20056-AG-OGPA-OI, conteniendo las observaciones al perfil del Proyecto terminación Irrigación Acobamba. Con Oficio N° 711-2006/GOB.REG.HVCA/GRPP y AT-SGPI y CTI, el Gobierno Regional de Huancavelica remite el perfil del Proyecto con las absoluciones de las observaciones. A fin de ser compatibles con la aprobación del perfil y propiciar una menor inversión con los beneficios reales de la propuesta se acordó elaborar un Informe Técnico para sustentar la viabilidad de incorporar una nueva alternativa, lo cual permitiría ejecutar un estudio de prefactibilidad en vez de elaborar directamente un estudio de factibilidad lo acordado se realizó en una reunión realizada el 13 de julio del 2007 donde participaron el Sr. Alcalde de la Municipalidad Provincial de Acobamba, Gerente de Infraestructura del Gobierno Regional Huancavelica, Gerente Sub Regional de Acobamba, Concejero

Regional, Representante de la OPI Huancavelica y los representantes de la DGPM. (Jaime et. al (2008) pp. 9).

**Alcances del Proyecto de Irrigación Acobamba** El Proyecto de Irrigación Acobamba estaba comprendido en el Plan estratégico 2,003- 2,015 Provincial y comprendía la captación y aprovechamiento directo de las aguas de los ríos: Dos de Mayo, Tinker y Paucará; además incluye Derivar el río Huarmilla a la cuenca del río Dos de Mayo, afianzadas en estiaje con descargas de los manantes Alpachaca, Huarmilla, Escalón y del manantial Huaripaccha. Todos estos sucesos hicieron que la provincia de Acobamba Huancavelica el año 2007 vivió un inusitado interés frente a la posibilidad de contar con el recurso hídrico para el riego de sus áreas de cultivo, toda vez que con un presupuesto de S/. 20,000,000.00 (veinte millones de nuevos soles) asignado por el Gobierno Central, los agricultores abrigaban esperanzas de contar con el recurso hídrico suficiente para irrigar 4,474 has hectáreas de tierras agrícolas comprensión del Proyecto de Irrigación Acobamba que comprendía la construcción de cuatro túneles en una longitud de 5.53 Km., y canales en una longitud mayor a los 30 Km. (Jaime et. al (2008) pp. 10).

**Proyecto de Investigación “Evaluación de los recursos hídricos a derivar al Sistema de riego Acobamba”**, ante esta situación la Escuela Profesional de Agronomía en alianza con la Federación de Asociaciones Agropecuarias de Acobamba - Huancavelica “FAAPA – Huancavelica”. en su afán de ser parte activa de este proceso de ampliación de la frontera agrícola como parte de un trabajo de investigación realizo el Inventario de los recursos hídricos a derivar a dicho sistema de riego puesto que por referencias se tenía conocimiento que la oferta de agua era deficiente para satisfacer la demanda crítica del proyecto, esta evaluación de dichos recursos se realizó en dos periodos bien definidos: época de estiaje y finales de la temporada de la lluvia. La Investigación tuvo una duración de 12 meses (marzo 2007 – febrero 2008) llegándose a determinar que el máximo volumen de agua que se podría derivar en la época de estiaje junio a septiembre solo alcanzaba 285.52 litros / segundo con lo cual únicamente se aseguraría el riego de 125.23 has de cultivo en campaña chica, descartándose como tal toda posibilidad de riego de áreas mayores si únicamente tomamos como alternativa

derivar las aguas provenientes de la captación y aprovechamiento directo de las aguas de los ríos Dos de Mayo, Tinquér y Paucará; además del trasvase del río Huarmilla a la cuenca del río Dos de Mayo, afianzadas en estiaje con descargas de las quebradas Alpachaca, Huarmilla y Escalón; y del manantial Huaripaccha. **(Jaime et. al (2008) pp. 7).**

**Conclusiones**, se infirió un déficit de recursos hídricos para incorporar **1,300 has** en campaña chica al sistema de riego, toda vez que el cálculo de demanda para la época crítica de entonces solo representaba un módulo de riego de **2.3 l/s./ha.**, lo cual considerando el volumen de agua disponible **285.52 l/s** solo permitiría el riego de **124.14 has.**, en campaña chica. Además, se afirmaba que el recurso hídrico disponible en la época crítica determinado en **285.52 l/s.**, era insuficiente para poder incorporar 1,300 has al sistema de riego Acobamba aun utilizando tecnología avanzada de riego como riego por inyección al Xilema 99 % de eficiencia (quimioterapia o ultramicro), hidrosorb (US \$ 0.10/planta), Sudoración, Microaspersión, Chorros pulsativos, Aspersión y Goteo. **(Jaime et. al (2008) pp. 30).**

Estos antecedentes fueron gravitantes para realizar la presente investigación como una posibilidad de producción bajo riego utilizando el método de riego por solarización.

### **1.3. Formulación del problema**

¿Qué eficiencia tendrá el sistema de riego por solarización en el cultivo de haba, en la Provincia de Acobamba – Huancavelica?

### **1.4. Objetivos:**

#### **1.4.1. General**

- Conocer la eficiencia del sistema de riego por solarización a diferentes profundidades de cubierta, en el cultivo de haba, en la provincia de Acobamba.

#### **1.4.2. Específicos**

- ✓ Evaluar la demanda de agua en el sistema de riego por solarización en la provincia de Acobamba.
- ✓ Valuar el rendimiento de haba obtenido con el sistema de riego por solarización en la provincia de Acobamba
- ✓ Reciclar los envases descartables de bebidas para el uso en riego en la provincia de Acobamba.

#### **1.5. Justificación**

##### **Científico:**

La investigación pretende constatar problema directo referido al consumo de agua de los cultivos de haba dado la condición escasa de este recurso para riego en la provincia de Acobamba, puesto que la dotación asignada por las lluvias resulta en su mayoría insuficiente para cubrir las necesidades del cultivo en la parcela. El presente trabajo de exploración busca introducir una tecnología sencilla que permita resolver estos problemas de escases de agua para riego. Además, se constituya en una importante fuente del saber científico que debe ser incentivado, validado y sistematizado para su difusión en el planteamiento correcto de aplicación por los productores de la zona.

##### **Social:**

El resultado de la investigación brindará estabilidad, bienestar individual, familiar; mayor participación social y comunitaria de las organizaciones de productores de las comunidades campesinas, resurgiendo los valores ancestrales, finalmente, se promueven la capacitación y la creatividad del agricultor en las actividades agrícolas y especialmente tecnología de riego por solarización a bajo costo.

### **Ambiental:**

Una importante fracción del agua dulce que consume la humanidad se emplea en la irrigación de cultivos, desperdiciándose gran parte de la misma en sistemas de riego poco efectivos. Aunque existen sistemas de riego eficientes, como son los sistemas por goteo convencional, suelen ser costosos por lo que están al alcance de pocos agricultores, sobre todo en países menos favorecidos económicamente. El sistema de goteo solar viene a cambiar este panorama ya que ofrece un sistema de riego muy eficiente, de calidad, sencillo y económico de instalar que puede ayudar a millones de agricultores en el mundo a lograr un aumento de su producción empleando mucha menos agua, reciclando envases de plástico, disponibles in situ.

### **Económico:**

Repercute en la valorización económica del recurso agua, constituye la base para su uso racional y planificación de los cultivos y aumentar la rentabilidad y calidad de la actividad agrícola. En general la investigación es muy importante para mejorar y conservar la calidad del agua, a fin de conseguir el máximo beneficio económico y sostenible; consecuentemente evitar su degradación el cual incide desfavorablemente en la estabilidad ecológica y social.

## **1.6. Limitaciones**

Acobamba se encuentra ubicada geográficamente en la sierra central del Perú estando ubicado con respecto al meridiano de GREENWICH en la: Longitud Oeste: 74° 31'48 y Latitud Sur: 12° 54'17 respecto a la línea ecuatorial. La superficie Provincial de Acobamba abarca 910.82 **Km<sup>2</sup>**, que representa el 4.03% de la extensión total del Departamento y Región Huancavelica que es de **22,557.47KM**. En general la Provincia se encuentra entre las altitudes de 2,200 a orillas del río Mantaro por el lado Este y por el lado Oeste a 2,800 m.s.n.m. a orillas del río Santa Ola; la parte más alta de la Provincia está en el Distrito de Paucará a más de 4,000 m.s.n.m. **La capital de la provincia**

**de Acobamba se ubica a 3,423 m.s.n.m.**, sus áreas de aptitud agrícola son edafo ecológicas favorables además cuentan con una precipitación pluvial promedio anual de 700 mm., temperatura media anual de 12 °C y una humedad relativa media de 60 % , sin embargo uno de los problemas críticos en Acobamba es la falta de agua de riego que no permite planificar una doble campaña de producción agrícola e incrementar el índice de uso de sus áreas de cultivo disponibles, ante esta limitación el riego por solarización es una gran alternativa para solucionar y mejorar inicialmente esta deficiencia de agua para riego que provoca desarrollo limitado de los cultivos en condiciones de secano.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1. Antecedentes**

La técnica corresponde a una adaptación moderna de forma de riego antiguas que enterraron recipientes de barro cerca de la planta. El cual es un sistema un poco más trabajoso y las raíces pueden llegar al depósito, que puede ser una ventaja si el agua es buena. Con esta práctica adoptada y denominada sistema de riego por solarización, al aire libre se favorece la producción de agua destilada la cual está enriquecida por la radiación solar, similar a la lluvia cuando sus gotas de agua caen al suelo; podemos evitar sales, nitratos y otros contaminantes, bajo tierra o sobre el suelo, en ambos casos no solo ahorramos mucha agua, sino que también podemos ahorrar tiempo y dinero. Se debe acotar que en el ámbito de la Huancavelica y de la Provincia de Acobamba, no se han realizado estudios de riego por solarización por parte de instituciones como: Ministerio de Agricultura, universidades, productores, etc.

#### **2.2. Bases teóricas**

##### **2.2.1. Generalidades**

El sistema de riego por solarización viene a ser una ingeniosa forma, que produce agua destilada mediante la evaporación del agua contenida en una vasija dentro de la botella vacía de 01 galón de capacidad por efecto de la radiación solar. Para el riego por solarización de puede usar botellas o envases de cristal o plástico reciclado. El cual atrapa el agua evaporada de la tierra y del depósito que hay en el interior. La humedad se condensa en las paredes interiores de la botella y cae o resbala en forma de gotas y dirigidas por sus paredes otra vez a la tierra. De noche tiene doble función pues también recoge cierta cantidad de rocío. Esta propuesta de riego posibilita ahorrar enormes cantidades de agua para el riego asimismo nos

permite cultivar plantas que necesitan para su crecimiento agua oportuna y de mejor calidad. El agua que produce el Sistema no tiene sal, ni nitratos ni otros contaminantes perjudiciales para el cultivo de plantas.

**Flores (2016), describe en su tesis** “Estudio del uso de botellas plásticas recicladas (Politereftalato de etileno) (PET) en el riego por goteo solar y su aplicación en la forestación”, Bolivia, 7 pp., que según el Protocolo de Kioto sobre el cambio climático, que es un protocolo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), y un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), gas metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), y los otros tres son gases industriales fluorados hidrofluorocarburos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), donde se establece en su Artículo 2:, iv) investigación, promoción, desarrollo y aumento del uso de formas nuevas y renovables de energía, de tecnologías de secuestro del dióxido de carbono y de tecnologías avanzadas y novedosas que sean ecológicamente racionales. (Naciones Unidas, 1998).

## **2.2.2. Conceptos**

### **2.2.2.1. Ciclo del agua**

**Padilla (2020)** menciona, que el ciclo del agua también conocido como “Ciclo hidrológico, es el proceso de transformación y circulación del agua en la tierra”. En este sentido, el ciclo del agua consiste en el traslado del agua de un lugar a otro, cambiando de estado físico: pasando de estado líquido a gaseoso o sólido, o de estado gaseoso a líquido, según las condiciones ambientales, refiere además que, en la Tierra, el agua se encuentra distribuida en los mares, ríos o lagos en estado líquido; en los glaciares de los polos y las montañas en estado sólido, y en las nubes, en estado gaseoso. El agua se evapora de los mares por efecto del calor del sol, dejando atrás sus sales. Los vientos arrastran a la

tierra los vapores de agua, que se agrupan en nubes que al enfriarse se condensan y caen en forma de lluvia, haciendo posible el crecimiento de las plantas y consecuentemente de los animales. Una vez que el agua llega al suelo, por una u otra ruta regresa al mar, donde se mezcla de nuevo con el agua salada. Nosotros, los humanos como muchos otros animales terrestres, interrumpimos ese ciclo, interceptamos el agua en algún lugar de su paso entre el cielo y el mar. La usamos y casi invariablemente, la contaminamos, para después permitirle seguir su camino al océano. Con el paso de los años la cantidad de agua que apartamos de su ciclo natural para usarla va en aumento. Ahora son caudales enormes.

#### **2.2.2.2.Riego**

**Flores (2016)**, en su tesis “Estudio del uso de botellas plásticas recicladas (*Politereftalato de etileno*) (PET) en el riego por goteo solar y su aplicación en la forestación”, Bolivia, 8 pp., refiere que el riego consiste en la aplicación artificial de agua para que las plantas crezcan y se desarrollen. Básicamente, permite controlar los efectos de las heladas y sequías, así como optimizar el uso del agua. (Intermediate Technology Development Group, ITDG, 2011), agrega así mismo que el riego es el suministro oportuno de la cantidad adecuada de agua a los cultivos de tal manera que estos no sufran disminución en sus rendimientos y sin causar daño al medio ambiente. (Chipana Rivera, 2003).

**Jaime (2017) pp. 102**, menciona que se requiere del riego cuando la cantidad de lluvia es insuficiente para compensar las pérdidas de agua por evapotranspiración. El objetivo principal del riego es la aplicación del agua en el momento requerido y con la cantidad precisa de agua. Mediante el cálculo del balance diario del agua presente en la zona radicular del suelo se pueden planificar las

láminas y los momentos de aplicación del riego. Para evitar el estrés hídrico se debe aplicar el riego antes, o en el momento de agotarse la lámina de agua fácilmente extraíble del suelo (Dr,i,Afa). Por otra parte, para evitar pérdidas por percolación que puedan producir el lavado de importantes nutrientes de la zona radicular, la lámina neta de riego deberá ser menor o igual que el agotamiento de humedad en la zona radicular del suelo (Ii,Dr,i). (Riego y Drenaje de la FAO No. 24 1990 pág. 171).

#### **2.2.2.3.Importancia del riego**

Jaime (2014) pp. 9, reseña que la importancia del regadío de los cultivos queda evidenciada al contribuir este con un tercio al valor bruto de la producción agraria por lo que la necesidad de aplicar criterios de sostenibilidad en el uso del agua obliga al sector agrícola ajustar y racionalizar sus consumos de agua en los sistemas de riego a través de un adecuado calculo en la demanda de agua de los cultivos para una adecuada programación de riego a fin de permitir un mejor uso de este recurso, mantener el suelo con humedad suficiente para el correcto desarrollo del cultivo, como también evitar las pérdidas de agua tanto por escorrentía superficial como por percolación profunda, situación que además de reducir el uso inadecuado del recurso, paliando los efectos de la sequía, permita reducir los problemas de contaminación y sobre explotación.

#### **2.2.2.4.Riego por gravedad**

Como indica Flores (2016, p. 9) El riego por gravedad se caracteriza por la aplicación de una lámina de agua que se mueve por gravedad y se desliza en el suelo siguiendo la pendiente, sin requerir energía extra para moverse. En este método de riego el agua discurre a través de grandes canales hasta los centros de

distribución que la reparten a las parcelas por acequias medianas y pequeñas; el agua se reparte y direcciona utilizando tablillas, piedras con barro o compuertas.

#### **2.2.2.5. Riego por aspersión**

**Según Flores (2016, p. 9)** El riego por aspersión es un método que aplica el agua en forma de rociado simulando la lluvia, de forma controlada en tiempo e intensidad agrega además que el riego por aspersión además de permitir manejar la cantidad de agua a emplear, ayuda a prevenir las heladas y mitigar los efectos de las sequías. Permite también añadir al agua fertilizantes o productos fitosanitarios. (Intermediate Technology Development Group, ITDG, 2011).

#### **2.2.2.6. Riego localizado**

**Flores (2016, p. 9)** Refiere, que el riego localizado es la aplicación del agua al suelo, en una zona más o menos restringida del volumen radicular, agrega además que según (Rodrigo López & otros, 1997 citado en su tesis) se caracteriza por:

No moja, en general, la totalidad del suelo aplicando el agua sobre o bajo su superficie.

Utiliza pequeños caudales a baja presión.

Aplica agua cerca de la planta a través de variables números de puntos de emisión.

Riego de alta frecuencia con el fin de mantener la humedad del suelo.

**Flores (2016, p. 9)** Describe, que el riego localizado, es un tipo de riego por goteo con un caudal no mayor a 16l/h por punto de emisión o metro lineal de manguera de goteo citado en su tesis (Rodrigo López & otros, 1997). El Riego por goteo, proporciona

gotas de agua de forma localizada y constante a las raíces de las plantas, a través de emisores comúnmente denominados “goteros”. Su descarga fluctúa en el rango de 2 a 4 litros por hora y por gotero. La aplicación de pequeñas cantidades de agua permite mantener un nivel estable de humedad minimizando así el consumo de agua y las pérdidas por evaporación y filtración. El riego por goteo garantiza por lo menos un ahorro del 60% del agua, información citada en su tesis “Estudio del uso de botellas plásticas recicladas (PET) en el riego por goteo solar y su aplicación en la forestación” (Intermediate Technology Development Group, ITDG, 2011).

#### **2.2.2.7.Sistema de Riego por Goteo**

Es un método de riego localizado donde el agua es aplicada en forma de gotas a través de emisores, comúnmente denominados “goteros”. La descarga de los emisores fluctúa en el rango de 2 a 4 litros por hora por gotero. El riego por goteo suministra a intervalos frecuentes pequeñas cantidades de humedad a la raíz de cada planta por medio de delgados tubos de plástico.

#### **2.2.2.8.Riego solar por goteo**

**Padilla (2020)** menciona, que el Riego Solar por goteo es una técnica mediante la cual se pueden reutilizar botellas de plástico PET para regar plantas sin perder la humedad de la tierra. Se utilizan dos botellas de diferentes tamaños, un litro y medio de agua y un cúter. Las botellas se cortan y la más pequeña se coloca en un hoyo en la tierra al lado de la planta con un litro y medio de agua, a continuación, se pone la botella grande con su tapa encima de la botella chica que contiene el agua, finalmente se rellena el hoyo con la misma tierra. Gracias a este sencillo dispositivo se puede mantener húmeda la tierra por un periodo aproximado de 45 días sin tener que regar constantemente. Funciona gracias al

calor del sol que evapora y condensa el agua dentro de la botella grande y el líquido escurre hasta la tierra sin que se pierda en la atmósfera.

**Padilla (2020)** menciona, que el riego solar es una técnica de riego doméstica que trata de aprovechar la evaporación que ocurre en un recinto cerrado por una cubierta plástica transparente, dentro de la cual se produce una subida de la temperatura debido al efecto invernadero, para regar mediante evaporación y condensación que se produce dentro de la cubierta plástica. Con relación al funcionamiento **Padilla (2020) describe**, que el funcionamiento es sencillo, el sistema consta de las siguientes partes: cubierta plástica transparente, recipiente para el agua de riego; en ambos casos botellas de PET de diferente tamaño. El agua utilizada para el riego se vierte en el recipiente instalado para ello, y una vez colocada la cubierta plástica el agua se va evaporando de forma lenta durante el día, provocando la subida de la humedad relativa en el interior de la cubierta. Cuando la humedad entra en contacto con la pared de la cubierta se condensa, debido a que la pared está más fría que el aire del interior de la cubierta. Esa condensación va produciendo un goteo continuo a lo largo de la pared de la cubierta, provocando el riego continuo en la superficie que hay en el interior de la cubierta, **manifiesta** así mismo que la condensación se produce por la noche, cuando la temperatura externa cae y se enfría la cubierta, provocando la condensación en la pared de la cubierta, **aclara** así mismo que cuando la humedad entra en contacto con la pared de la cubierta se condensa, debido a que la pared está más fría que el aire del interior de la cubierta. Esa condensación va produciendo un goteo continuo a lo largo de la pared de la cubierta, provocando el riego continuo en la superficie que hay en el interior de la cubierta. La condensación se produce por la noche, cuando la temperatura externa cae y se enfría la cubierta,

provocando la condensación en la pared de la cubierta.

#### **2.2.2.9.Sistema de Riego por Solarización o Goteo Solar**

**Padilla (2020)** narra, que el sistema de riego por solarización o goteo solar también conocido con el nombre de *Kondenskompressor* o *komkom* es una técnica de riego destinada a lograr un aprovechamiento óptimo del agua empleando a la energía del sol como elemento motor del proceso del destilado y movimiento del agua. Se trata de un sistema de sorprendente simpleza y eficacia mediante el cual es posible reducir la cantidad de agua de riego en hasta 10 veces con respecto a los sistemas tradicionales de riego.

Este sistema presenta además la ventaja de hacer posible el empleo de aguas salinas o incluso de agua de mar para el riego ya que las transforma el agua salada en agua dulce.

#### **2.2.2.10.Funcionamiento del sistema de Riego por Goteo Solar**

**Padilla (2020)** refiere, que el funcionamiento del *Kondenskompressor* es similar al de los destiladores solares. Cuando los rayos del sol inciden sobre el *Kondenskompressor*, en su interior se desata un efecto invernadero, que al elevarse la temperatura del interior el agua del depósito se irá evaporando. El agua se condensa en las paredes de la garrafa. Cuando el *Kondenskompressor* permanece al sol, el agua está constantemente evaporándose, por lo que las gotas cada vez se hacen más grandes, hasta que empiezan a caer por las paredes de la garrafa hasta el suelo, humedeciéndolo por completo.

### **3.2.2. Cultivo de haba**

#### **2.2.3.1.Origen e Historia**

**Cerrate et al, (1981)**, reportan que el cultivo de haba se considera originaria de Asia Central, Mediterráneo y Abisinia. Muchos la

consideran originaria de Europa donde se le cultiva desde tiempos pre históricos y como centro secundario el norte de África donde se encuentra ampliamente distribuido.

Cristóbal Colón en su segundo viaje trajo a América este cultivo, siendo sembrado en las Antillas, no prosperando dado a las diferencias ambientales de su lugar de origen.

Con la conquista los españoles la introdujeron en la Sierra del Perú, donde por las condiciones favorables el cultivo alcanzó difundirse.

Al inicio se cultivó una gran variabilidad de formas, las cuales fueron seleccionadas de manera natural, quedando descartadas las que no se adaptaron al medio. Aparecieron nuevos tipos y formas de haba, diferentes a las originales, las mismas que conforman una fuente valiosa de genes posibles de selección. **(Marmolejo y Suasnabar, 2000).**

#### **2.2.3.2. Taxonomía de la Planta**

Aliaga (2004), realiza una clasificación taxonómica de la siguiente manera:

<b>DIVISIÓN</b>	: Spermathophyta (Magnoliophyta), (Fanerógamas).
<b>SUB DIVISIÓN</b>	: Angiospermae (Magnoliophytina).
<b>CLASE</b>	: Dicotyledoneae (Magnoliopsida).
<b>SUB CLASE</b>	: Archichlamideae ó (Coripetalas).
<b>ORDEN</b>	: Fabales (Leguminosales).
<b>FAMILIA</b>	: Fabaceae (Leguminoceae).
<b>GÉNERO</b>	: Vicia.
<b>ESPECIE</b>	: <i>Vicia faba</i> L.

### 2.2.3.3.Morfología de la Planta

El haba es una planta anual de porte más o menos erecto, que se describe a continuación.

#### **Sistema de Raíces**

Camarena **et al.** (2003), estipulan que, la raíz principal es pivotante, la cual logra profundizar en el suelo en forma relativamente rápida. El sistema radicular es en definitiva bastante vigoroso, generándose largas raíces laterales a partir de la raíz pivotante; ésta puede alcanzar hasta 1m de profundidad, pero lo normal es que su crecimiento se produzca en los primeros 50 a 60 cm del suelo. **Así mismo, Marmolejo y Suasnabar (2000), mencionan:** En las raíces secundarias por lo general se forman los nódulos, donde se alojan las bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico.

#### **El Tallo Principal y Ramas**

Camarena **et al.** (2003), aluden que, los tallos son erectos, robustos, huecos y pueden alcanzar hasta 2 m de altura, aunque lo normal es que ésta fluctúe entre 0.8 y 1.20 m.

A partir de los nudos basales del tallo principal pueden originarse entre 01 hasta 05 ramas por planta; el número promedio depende fundamentalmente de la densidad de población, de la fertilidad del suelo y de la fecha de siembra, pero en general se aproxima a 03. La mayor parte de las ramas comienza su desarrollo tempranamente luego de ocurrida la emergencia, haciéndose visibles cuando el tallo principal presenta 03 hojas como promedio.

Las ramas basales, que son en general bastante vigorosas, alcanzan un crecimiento que en muchos casos se asemeja al del tallo principal; las ramas basales aportan, en promedio, entre 50

y 70 % del total de las vainas producidas por una planta.

Las ramas al ir adquiriendo peso, en la medida que ocurre el llenado de granos, se van apartando del eje central, hasta llegar incluso a quebrarse. Esta situación dificulta, en mayor o menor medida, la labor de cosecha de las vainas.

Marmolejo y Suasnabar (2000), aseveran que, los tallos son erguidos, fistulosos y robustos.

### **Nudos Vegetativos y Reproductivos**

Camarena et al. (2003), manifiestan que, el número de nudos vegetativos es normalmente de 05 a 07. El número promedio de nudos vegetativos en las ramas basales, en tanto, varía generalmente entre 03 y 04. Los nudos reproductivos; se producen en gran número, existiendo escasas diferencias entre la cantidad producida por el tallo principal y por cada rama basal; el promedio de nudos reproductivos por tallo, varía entre 12 y 18.

### **Las Hojas**

Camarena et al. (2003), aseveran que, las hojas son compuestas, más o menos ovalados y de color verde grisáceo su disposición es alterna y no presenta zarcillos. Las hojas basales empiezan a morir durante la etapa de llenado de granos y esta situación continúa ocurriendo gradualmente en forma ascendente; la muerte se produce principalmente debido al sombreado que van sufriendo las hojas y a que las raíces van finalizando su actividad, a incrementos en la temperatura y a la presencia de *Botrytis fabae*.

Marmolejo y Suasnabar (2000), indican que, son compuestas pinnadas con 4 a 7 folíolos glabros de borde entero los que son casi siempre anchos, más o menos ovales, de color verde grisáceo; estípulas semi sagitadas. El raquis es bien desarrollado y es considerado el eje mediano de la hoja; los folíolos se insertan casi

directamente por la falta de peciolillo. La hoja se une al tallo por intermedio del pecíolo en el nudo del tallo. El pecíolo es bien diferenciado por su forma alargada. Las estípulas son apéndices que nacen en la base de la hoja, son semi sagitadas y su finalidad es proteger las yemas.

### **Las Flores e Inflorescencias**

Camarena **et al**, (2003), **describen** que, las flores del haba son grandes y se presentan dispuestas en inflorescencias que corresponden a cortos racimos. En una planta el número de flores por racimo alcanza un promedio que varía entre 03 y 04, **refrendan** así mismo que, aunque la mayor parte de los racimos producen entre 03 y 05 flores, lo común es que se obtenga entre 00 y 02 vainas por nudo. En este sentido, en un 80 % o más de los nudos reproductivos se produce una caída (abscisión) total, ya sea de flores o vainas jóvenes; esta situación determina que el número promedio de vainas por nudo, a nivel de toda la planta, sea muy bajo. Los antecedentes señalados por **Camarena et al**, (2003), determinan que, si bien cada planta puede llegar a producir más de 300 flores, considerando un total de 80 a 100 nudos reproductivos totales por planta, el porcentaje de cuajado no supera en promedio 10 a 15 %.

Por otra parte, **Camarena et al**, (2003), debido al tipo de floración **indican** que, debido a lo extenso del periodo vegetativo de la planta de haba, llega una etapa en que las plantas presentan simultáneamente crecimiento de tallos y hojas, apertura de flores, crecimiento de vainas y llenado de granos.

**Camarena et al**, (2003), con respecto a la polinización en la planta de haba, **manifiestan** que esta ocurre en forma cruzada, pudiendo llegar incluso a valores tan altos como 70 %. El porcentaje dependerá en definitiva del cultivar, de las condiciones climáticas y de la población de insectos polinizadores. De cualquier forma, la polinización cruzada generalmente alcanza

entre 30 y 50 %.

**Marmolejo y Suasnabar (2000)**, a su vez **revelan** que, las inflorescencias, son de tipo racimoso de origen axial. Se origina en un pedúnculo desarrollado corto, seguido del raquis donde se insertan las flores por medio de los pedicelos, que son pedunculillos que sostiene a la flor, los que son muy pequeños. Las flores se insertan y penden de un solo costado del raquis.

La flor, se origina en las axilas, agrupadas en racimos cortos, en número de 2 a 12 flores con un color particular, aunque no intenso. Corola dialipétala, con 5 pétalos desiguales, de color blanco o azulado, con manchas negras o pardas en las dos alas y rayas características de color pardo en el estandarte; la quilla que son 2 ligeramente coloreadas, cáliz glabro de color verde pálido, en forma de tubo y con 5 dientes. Hay 10 estambres, 9 de ellos soldados y sus filamentos forman un tubo que encierra el pistilo, el décimo estambre permanece libre (diadelfos). Polinización cruzada en 60 a 30%, es llevada a cabo por abejas, los que afecta la pureza varietal.

### **La Etapa de Floración**

Según **Camarena et al, (2003)**, se **señala** que, la floración se prolonga por un largo periodo (60 a 75 días en cultivos sembrados en fechas óptimas), las inflorescencias de los primeros nudos reproductivos tienen menos flores (03 a 04 por nudo), siendo lo normal, en siembras tempranas en que la floración ocurre con temperaturas aún muy bajas, que no prospere ninguna de ellas. A partir del tercer nudo reproductivo aumenta el número de flores y el cuajado se hace más probable. **Summerfield et al. (1991)** ya que se trata de una especie cuya floración se inicia más rápidamente en días largos, pero no es inhibida (carácter cualitativo) bajo días cortos, sino sólo retrasada.

### **El Fruto**

**Camarena et al, (2003)**, explican que, las vainas o legumbres corresponden a frutos, los cuales son rectas y carnosas en sus estados iniciales, la longitud de vainas, fluctúa aproximadamente entre 12 y 35 cm, el ancho de las vainas, varía entre 02 y 2.5 cm como promedio.

El **número** de semillas por vaina, varía considerablemente según la posición que representen las vainas en los tallos.

Así, **las** de los nudos inferiores logran producir un mayor número de semillas que las de los nudos superiores, se producen entre 02 y 05 semillas por vaina como promedio, con un máximo individual de hasta 07 semillas en las vainas inferiores y un mínimo de dos en las vainas ubicadas en los nudos productivos más altos. En los cultivares que producen semillas más grandes, se obtiene un promedio de 03 semillas por vaina.

**Marmolejo y Suasnabar (2000), confirman** que, es una vaina o legumbre, gruesa, carnosas, alargada, con las semillas dispuestas en la hilera ventral. La dehiscencia se produce en las suturas dorsal y ventral, separándose éste en dos valvas o mitades. Las vainas son de color verde al estado tiernas y a la madurez se tornan coriáceas y de color negro. La disposición del fruto varía, desde erguidos formando un ángulo muy agudo con el tallo, hasta colgantes. En longitud es variable dependiendo de las variedades y del ambiente desde 5 cm, hasta 30 a 40 cm, puede contener 2 a 6 semillas comprimidas o grandes de color y tamaño diferentes.

### **La Etapa de Llenado de Granos**

**Camarena et al, (2003)**, al respecto **dicen** que, en haba, a diferencia de otras leguminosas de grano, el crecimiento de vainas y granos se producen en forma simultánea; los granos inmaduros van incrementando su tamaño hasta alcanzar su

madurez óptima para consumo en verde con una humedad de 72 a 74 % como promedio.

El color de la cáscara es inicialmente verde, alcanzando en su estado de madurez para consumo en verde un color que usualmente es crema o verde grisáceo, aunque también puede ser verde relativamente brillante. Luego los granos, comienzan rápidamente a perder contenido de humedad, toman un color cada vez más opaco y menos verdoso.

Luego **Camarena et al, (2003)**, **concluyen** manifestando que en los cultivares que producen granos de tamaño pequeño el peso de 100 granos varía entre 70 y 120 gr; en cultivares que producen granos de tamaño intermedio, el peso de 100 granos para consumo en verde varía entre 160 y 200 gr; por último, en los cultivares que producen granos de tamaño grande el peso de 100 granos al estado de madurez para consumo en verde es de 200 a 250 gr como promedio.

### **Las Semillas**

**Camarena et al, (2003)**, manifiestan que, en los cultivares de semillas pequeñas, 100 semillas secas pesan entre 30 y 70 gr. En los cultivares de semilla mediana, el peso de 100 semillas fluctúa entre 70 y 110 gr y en los cultivares de semilla grande, el peso de 100 semillas varía entre 120 y 180 gr. El color de las semillas secas, en tanto, puede ser crema, café, café púrpura, rojo, negro o verde plumizo.

**Marmolejo y Suasnabar (2000)**, indican a su vez que, las semillas son de forma ovalada, de superficie lisa, opaca y brillante, de coloración muy variada que va desde colores oscuros hasta los claros; pudiendo ser negro, rojo, verde, morado, pardo, grisáceo, blanco-cremoso o blanco: también pueden ser jaspeados o de dos colores, como el caso de una variedad “Jilguero de Sicuani”.

El tamaño de la semilla varía desde pequeñas, con un largo de aproximadamente 1.6 cm en la sub-especie, hasta semillas grandes con un largo aproximado de 3.5 cm en la sub-especie mayor. El peso de 100 semillas varía desde 120 hasta 330 gramos, hiliun muy largo de color negro generalmente. Su energía germinativa es de 4 años aproximadamente.

La semilla es de germinación hipogea. La testa y los cotiledones permanecen bajo tierra, esto no es frecuente puesto que los cotiledones de la mayoría de las plántulas afloran sobre la superficie de la tierra y adquieren un color verde.

#### **Fisiología de la floración, la formación de vainas y Factores de la caída de flores**

La caída de las flores se inicia en los nudos inferiores y continuos hacia arriba. Se ha observado que la maduración normal de la flor por inflorescencia es en promedio de 2.8 días y la gradación entre la floración de dos entrenudos vecinos es de 1.9 días en promedio. Sin embargo, diferentes factores pueden influenciar este patrón: las temperaturas máximas en el día de floración, o el día anterior; así como la temperatura media están muy relacionados al número de flores. La reducción de temperatura de 21°C en el día y 16°C en la noche a 14°C y 9°C respectivamente por 10 días disminuyo considerablemente la caída de vainas jóvenes y flores. (Camarena, 1981).

La ausencia de calcio afecta a las regiones meristemáticas del tallo, las hojas y la raíz que, con facilidad mueren tempranamente, se detienen las mitosis con la que las hojas jóvenes presentan mal formaciones. Al final las hojas caen y se detienen el crecimiento del ápice; también puede afectar a otros órganos jóvenes en formación como a los frutos, que suelen presentar degeneraciones de ápice y una menor resistencia a la infección por hongos citado de (Martinez, 1995) por **Camarena et al, (2003)**.

### **Fisiología del boro en las plantas**

Las funciones fisiológicas del boro no están todavía aclaradas totalmente. Su papel en el metabolismo vegetal quizá sea el más desconocido de todos los nutrientes esenciales, pese a ser el micronutriente que mayores concentraciones molares presenta, al menos, en dicotiledóneas. El boro actúa siempre con valencia III, por lo que no interviene en ningún proceso redox en el interior de los vegetales. No se ha encontrado formando parte de ningún sistema enzimático, aunque actuar como modulador de actividades enzimáticas. También se ha demostrado que, en casos determinados, puede ser parcialmente sustituido por germanio, aluminio o silicio. Todo lo anterior no quiere decir que no desempeñe funciones biológicas esenciales para la planta. Como a continuación veremos, el boro desempeña un papel esencial en el transporte de azúcares, en la síntesis de sacarosa, en el metabolismo proteico, en la síntesis y estabilidad de las paredes y membranas celulares, etc., citado de (VERA, 2001) por **Camarena et al, (2003)**.

## **2.3. Bases Conceptuales**

### **2.3.1. Diferentes conceptos y definiciones de riego por solarización**

**Novagrid (2014)** refiere en su artículo publicado el viernes, 14 noviembre 2014 que, el riego por solarización se trata de una técnica de riego empleada en **pequeños huertos**, donde se utiliza como cubierta plástica la parte superior de botellas de PET de 5 litros de las que se utilizan normalmente para embotellar agua, en cuyo interior se coloca la base de una botella de PET de menor tamaño (de las de 1,5 litros) que actúa como recipiente para el agua de riego. La principal ventaja que ofrece este sistema es que se trata de un sistema barato cuando se utiliza en **superficies pequeñas**, además su

manejo es sencillo y solo requiere que se rellene cuando el recipiente para el agua se vacía. También permite poder reutilizar las botellas de agua.

**SITIO SOLAR.COM (S.F.) detalla** que, el goteo solar, también conocido con el nombre de **Kondenskompressor**, es una técnica de riego que permite lograr un aprovechamiento óptimo del agua empleando la energía del Sol como elemento motor del proceso del destilado y movimiento del agua. Se trata de un sistema de sorprendente simpleza y eficacia mediante el cual es posible reducir la cantidad de agua de riego en hasta 10 veces con respecto a los sistemas tradicionales de riego.

**Santa Cruz (2017)** anota que, el riego por goteo permite que exista un suministro constante de agua hacia las plantas durante un periodo de tiempo determinado, lo que permite despreocuparse por el hecho de regresar de vacaciones y encontrarnos con las plantas secas o marchitas. Además, **con la realización de estos sistemas de irrigación también se contribuye al cuidado del medio ambiente**, mediante el reciclaje de los materiales utilizados, así como al ahorro de agua ya que de este modo, la planta solo consume la cantidad que necesita y, a la vez, se evita el gasto excesivo de ese bien tan preciado. El proceso de construcción es muy sencillo. Se parte de una botella de plástico de un litro y medio o dos litros, dependiendo del tiempo que queramos tener el sistema en funcionamiento. A continuación, se quita la tapa y se perforan con un clavo o un taladro uno o varios orificios. La cantidad de orificios que se realicen en la tapa determinará la velocidad con la que fluya el agua, de modo que, a más orificios, el agua goteará más rápido. El tamaño del orificio también contribuirá a la velocidad de flujo del agua: un orificio más pequeño permitirá que el agua gotee lentamente, mientras que los orificios más grandes harán que el agua se termine rápidamente. El siguiente paso es hacer un orificio cerca de la planta o del grupo de plantas, que debe ser lo suficientemente profundo como para enterrar la boca de la botella y que ésta se mantenga llena de agua en posición vertical. Solo queda asegurar la botella en su lugar presionando la tierra a su alrededor y dejar que el sistema y la gravedad hagan su trabajo.

Estos sistemas de irrigación también pueden colocarse de forma aérea, con solo situar la botella por encima de la planta que se quieren mantener con un flujo contante de agua.

Zacarías (2020) describe que el goteo solar, también conocido con el nombre de **Kondenskompressor**, es una técnica de riego destinada a lograr un aprovechamiento óptimo del agua empleando a la energía del Sol como elemento motor del proceso del destilado y movimiento del agua. Se trata de un sistema de sorprendente simpleza y eficacia mediante el cual es posible reducir la cantidad de agua de riego en hasta 10 veces con respecto a los sistemas tradicionales de riego. El sistema de riego por goteo solar con botellas presenta además la ventaja de hacer posible el empleo de aguas salobres o incluso del agua de mar para el riego, ya que este proceso transforma el agua salada en agua dulce. En la fabricación del **kondenskompressor** puede emplearse un material muy abundante y sencillo de obtener como son las botellas de plástico PET. Su fabricación e instalación es muy sencilla y está al alcance de cualquier agricultor ya sea en un ámbito doméstico o profesional. Requiere asimismo muy poco mantenimiento, siendo solamente necesario reabastecer de agua el depósito cuando sea necesario y arrancar las plantas que hayan podido crecer en el interior del **Kondenskompressor**. Con la aplicación de esta técnica las plantas se desarrollan plenamente, empleando exclusivamente la cantidad necesaria de agua y evitando que se evapore aquella que no es aprovechada. Al requerir materiales que son desechos muy abundantes y al ser tanto la fabricación como la instalación extremadamente sencilla, esta técnica puede ser muy fácilmente empleada en países pobres con prolongadas estaciones secas. Incluso el riego por goteo con botellas se puede emplear en las zonas desérticas con acceso a alguna fuente de agua dulce o salada (por ejemplo, las próximas al mar).

### 2.3.2. Funcionamiento

**Zacarías (2020)** narra que, la técnica del goteo solar funciona de manera muy similar a como lo hacen los destiladores solares, empleando la energía del Sol para evaporar el agua de una zona y mediante la forma del ingenio dirigirla hacia donde interesa. Cuando sobre el **Kondenskompressor** inciden los rayos del Sol, en su interior se produce el efecto invernadero elevándose la temperatura del aire y provocando que el agua del depósito se evapore. El aire del interior de la campana se satura de humedad con lo que se producen condensaciones en forma de gotas en la pared. Mientras el **kondenskompressor** siga estando expuesto al Sol la evaporación continua y se forman cada vez gotas más grandes que terminan por deslizarse por las paredes y caer sobre la tierra regándola. De esta manera se reproduce el ciclo natural del agua en pequeña escala.

### 2.4. Definición de Términos

- **Base de datos:** Conjunto organizado e integrado de datos almacenados en computadora, con el fin de facilitar su uso para aplicaciones con múltiples finalidades.
- **Ciclo hidrológico:** En este proceso el protagonista es el agua ya que sufre varias transformaciones que suceden debido a algunas reacciones físicas y químicas. Todo este proceso incluye también desplazamientos que hacen que el agua pase por varios estados de la materia como el sólido, el líquido y el gaseoso.
- **Consumo de agua:** En las estadísticas y cuentas del agua el concepto de consumo indica la cantidad que se pierde en la economía durante su utilización, en el sentido de que entra en la economía, pero no retorna a los recursos hídricos o al mar; esto sucede porque durante la utilización del agua, una parte se incorpora a los productos; se evapora; es transpirada por las plantas o, simplemente, es consumida por los hogares o el ganado.

- **Condensación:** La condensación es cuando el agua llega en forma de vapor a las alturas, ahí ocurre la fase de condensación que es cuando vuelve a tomar su forma líquida y cae.
- **Destilación:** Proceso que consiste en calentar un líquido hasta que sus componentes más volátiles pasan a la fase de vapor y, a continuación, enfriar el vapor para recuperar dichos componentes en forma líquida por medio de la condensación. El objetivo principal de la destilación es separar una mezcla de varios componentes aprovechando sus distintas volatilidades, o bien separar los materiales volátiles de los no volátiles.
- **Eficiencia:** Capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado.
- **Evaporación:** Evaporación, conversión gradual de un líquido en gas sin que haya ebullición. Las moléculas de cualquier líquido se encuentran en constante movimiento. La velocidad media (o promedio) de las moléculas sólo depende de la temperatura, pero puede haber moléculas individuales que se muevan a una velocidad mucho mayor o mucho menor que la media. A temperaturas por debajo del punto de ebullición, es posible que moléculas individuales que se aproximen a la superficie con una velocidad superior a la media tengan suficiente energía para escapar de la superficie y pasar al espacio situado por encima como moléculas de gas.
- **Escala:** La dimensión física, ya sea en espacio o en tiempo, de la observación de fenómenos.
- **Goteo solar:** Se denomina goteo solar al sistema que atrapa el agua evaporada de la tierra y del depósito que hay en el interior de un KondensKompressor gracias a la acción de la energía solar. La humedad condensa por las paredes interiores y cae en forma de goteo solar dirigido por las paredes otra vez a la tierra.
- **Kondenskompressor:** Es una técnica que produce agua destilada con radiación solar. Es un sistema muy simple y eficaz que produce un “goteo solar” mediante el cual se puede reducir el agua de riego 10 veces respecto a

sistemas tradicionales. Solo deberemos reutilizar unas cuantas garrafas de plástico.

- **Modelo:** Representación simplificada de una parte limitada de la realidad y de los elementos relacionados.
- **PET botella:** El PET (tereftalato de polietileno) fue producido por primera vez en 1941 por los científicos británicos Whinfield y Dickson, quienes lo patentaron como polímero para la fabricación de fibras. El PET es utilizado para fabricar botellas por su gran resistencia a agentes químicos, gran transparencia, ligereza y menores costos de fabricación. El plástico PET es el más reciclado del mundo, justamente porque no es recomendable reusarlo y es muy resistente a la biodegradación. Si ese plástico es abandonado en la naturaleza puede tardar entre 100 y 1.000 años en descomponerse, así que resulta fundamental su reciclaje.
- **Período de crecimiento (PC):** Periodo del año en el que las condiciones de humedad y temperatura son favorables para el desarrollo de los cultivos. (Ver Cuadro 2 para definición y tipos de períodos de crecimiento y sus componentes).
- **Rendimiento agronómico potencial:** Rendimiento máximo que puede ser alcanzado por un cultivo determinado en un área específica, teniendo en cuenta las limitaciones biofísicas preferentemente de clima y suelo.
- **Rendimiento potencial:** Rendimiento máximo que puede ser alcanzado por una variedad de un cultivo determinado en un área específica, en función de la radiación y temperatura.
- **Requerimiento fenológico:** Requerimiento de un cultivo en cuanto a condiciones ambientales necesarias para su desarrollo, consideradas dentro del ciclo de desarrollo de dicho cultivo.
- **Riego:** Aportación de agua a la tierra por distintos métodos para facilitar el desarrollo de las plantas. Se practica en todas aquellas partes del mundo donde las precipitaciones no suministran suficiente humedad al suelo o bien donde se quieren implantar cultivos de regadío. En las zonas secas, el riego debe emplearse desde el momento en que se siembra el cultivo. En regiones de

pluviosidad irregular, se usa en los periodos secos para asegurar las cosechas y aumentar el rendimiento de éstas.

- **Sistema de manejo:** Sistema integrado por los aspectos de suelo, cultivo, malas hierbas, plagas y enfermedades, capaz de transformar la energía solar, agua, nutrientes, labores y otros insumos en alimentos, piensos, combustibles o fibras. El sistema de manejo equivale a un subsistema del sistema de explotación.
- **Solarización:** Proceso mediante el cual los rayos del sol inciden sobre una superficie aumentando la temperatura.
- **Transpiración:** Es el agua que penetrando a través de las raíces de las plantas es utilizada en la construcción de tejidos o emitidos por las hojas y reintegrada a la atmósfera. La transpiración está en función del tipo de planta, del poder de evaporación de la atmósfera, del grado de humedad del suelo, etc.
- **Uso sostenible de tierras:** Uso de tierras que no degrada progresivamente.

## 2.5. Formulación de la hipótesis

### Hipótesis planteada

- Ho = El sistema de riego por solarización no es eficiente en el cultivo de haba, en la provincia de Acobamba – Huancavelica.

### Hipótesis alternante

- Ha = El sistema de riego por solarización es eficiente en el cultivo de haba, en la provincia de Acobamba – Huancavelica.

## 2.6. Variables

### 2.6.1. Variable independiente

- Niveles de profundidad de cubierta en el sistema de riego por solarización.

### 2.6.2. Variables dependientes

- ✓ Cantidad de agua consumida

- Rendimiento

### 2.6.3. Variable Interviniente

- Clima

### 2.7. Operacionalización de variables

Variable	Definición Operacional	Indicador	Categoría o Escala	Criterio de medición categorías
<b>a. Variable Independiente</b>				
Profundidad botellas PET.	Medición longitudinal	m.	0.06 - 0.12 - 0.18	Campo experimental
<b>b. Variable Dependiente</b>				
Agua consumida	Medición directa	Litros/tratamientos	Promedio	Ciclo del cultivo
Rendimiento	Cosecha	t / ha	Promedio	Cosecha del cultivo

Fuente: Elaboración propia.

## CAPITULO III.

### METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Ámbito temporal y espacial

##### 3.1.1. Ubicación política

Región	: Huancavelica
Provincia	: Acobamba
Distrito	: Acobamba
Lugar	: “Vista Hermosa Casa Blanca”

##### 3.1.2. Ubicación geográfica

Altitud	: 3423 m.s.n.m.
Latitud sur	: 12° 50' 37.32" de la línea ecuatorial
Longitud oeste	: 74° 34' 41.46" Meridiano de Greenwich

##### 3.1.3. Factores climáticos

Precipitación pluvial promedio anual:	650 ml
Humedad relativa	: 60 %
Temperatura promedio anual	: 12°C

#### 3.2. Tipo de Investigación

La investigación fue de tipo **exploratorio** por corresponder a un estudio piloto que busco lograr un primer acercamiento científico al estudio de las necesidades hídricas del cultivo de haba conducido con riego por solarización utilizando botellas PET en el escenario ambiental de Acobamba campaña grande diciembre – junio.

#### 3.3. Nivel de Investigación

El presente trabajo de exploración determino un nivel **explicativo** de relación causal puesto que busco evaluar el rendimiento del cultivo de haba relacionando su respuesta al riego por solarización en tres niveles de profundidad de las botellas PET.

### 3.4. Método de Investigación

El método de investigación científico, se basó mediante trabajo y evaluación de riego por solarización de haba mediante botellas PET instalados a diferentes profundidades de cubierta y, gabinete evaluando, tabulando e infiriendo los resultados.

### 3.5. Población, Muestra y Muestreo

#### a. La Población

Los datos de consumo hídrico y rendimiento del cultivo de haba seleccionados para la evaluación comprendieron, información obtenido mediante medición con botellas PET y pesado de haba verde obtenido.

#### b. Muestra

Según **Oseda (2008:122)** menciona que “la muestra es una parte pequeña de la población o un subconjunto de esta, que sin embargo posee las principales características de aquella. Esta es la principal propiedad de la muestra (poseer las principales características de la población) la que hace posible que el investigador, que trabaja con la muestra, generalice sus resultados a la población”.

#### c. Tamaño de Muestra

El tamaño de la muestra en estudio fue:

ESTRATO	Tamaño muestra
Depósito de agua PET	18
Cubierta PET	18
Número de plantas / golpe	3
Número de plantas total	54

fuelle: Elaboración propia.

#### d.- Muestreo

Se utilizó el tipo de muestreo probabilístico o aleatorio estratificado, porque todos los datos de riego por solarización en haba tuvieron la misma probabilidad de ser elegidos para conformar la muestra.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Para la recolección de la información primaria se tomó como unidad principal la información concerniente a volumen evaporado del depósito de agua al interior de la cubierta PET de cada tratamiento, volumen de agua que fue obtenido mediante una jarra graduada.

### **3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Para el procesamiento de la información se utilizó el Excel (Hoja de Cálculo), los cuales nos permitieron revisar y verificar los datos obtenidos con los instrumentos utilizados en la presente investigación así, como realizar el cálculo de consumo de agua para el cultivo de haba a partir de los datos obtenidos con los instrumentos utilizados en la presente investigación.

Para el análisis e interpretación de los datos se empleó las medidas de datos resumen y para verificar nuestra hipótesis se hizo uso de medidas de asociación teniendo en cuenta la naturaleza de las variables de estudio. (Prueba estadística no para métrica Ji Cuadrada con un  $\alpha = 0.05$ ).

## CAPÍTULO IV

### PRESENTACION DE RESULTADOS

#### 4.1. Análisis de la Información

##### 4.1.1. Abonamiento

En el presente estudio considerando el historial del terreno cuya siembra anterior fue papa el abonamiento fue mediante la incorporación de materia orgánica descompuesta a razón de 50 g., por planta lo que representa 1,3 t./ha., considerando una densidad de 27778 (0,9 m., entre surcos y 0,4 m., entre plantas) golpes de tres plantas / ha.

##### 4.1.2. Emergencia y desarrollo inicial del cultivo de haba

La siembra del cultivo de haba variedad jaspeado se efectuó el 14 de enero del 2020 depositando 04 semillas por hoyo lo cual corresponde a una densidad de 27778.

La emergencia de las plántulas una vez germinado las semillas se dieron inicio el día 26 de enero 2020 (12 días después de la siembra), se debe aclarar que la semilla tuvo un pre germinado para lo cual se remojo en agua por 48 horas antes de la siembra. El raleo de plántulas de haba se cumplió el día 12 de febrero cuando estas mostraban un desarrollo de aproximadamente 10 cm., de altura dejando las tres plantas más vigorosas en cada hoyo.

##### 4.1.3. Altura de plantas de haba

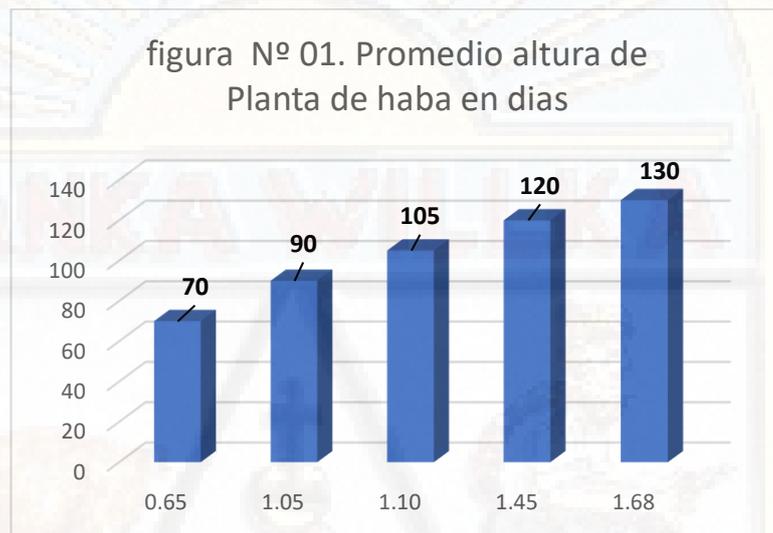
La siembra se efectuó el 14 de enero del 2020, cuyo desarrollo manifestó tres tallos de haba cuyo desarrollo manifestó después del desahíje.

**Cuadro N.º 01. Promedio altura de Planta de haba en días**

Fecha	m	días
24/03/2020	0,65	70
13/04/2020	1,05	90
28/04/2020	1,10	105
21/05/2020	1,45	120
01/06/2020	1,68	130

Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia en el cuadro N.º 01 la altura máxima de se obtuvo a los 130 días de la siembra representado en 1,68 m., en promedio, esta altura es superior a la característica propia de la variedad Pacae jaspeado obtenida en siembras bajo riego en el valle del Mantaro Junín, probablemente esto se deba al agua disponible en la zona radicular consecuencia del sistema de riego por solarización que fue puesto en práctica en el presente estudio que oferto de agua en cantidad racional a las plantas de habas.



Fuente: Elaboración propia.

Estos resultados de manera objetiva se muestran en la figura N.º 01 lo cual logra el cultivo en el periodo de floración - madurez del cultivo.

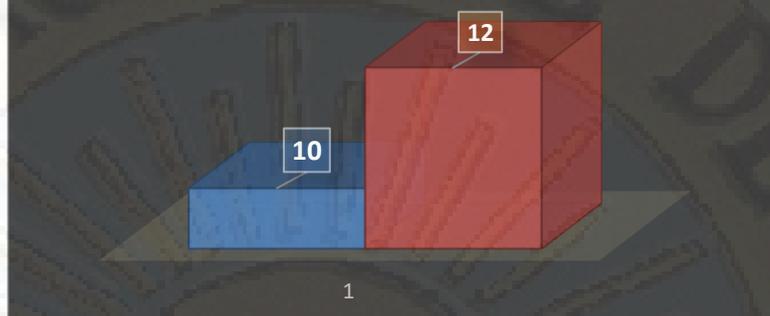
#### Cuadro N.º 02.- Promedio número de macollos de haba / golpe

Fecha	N.º	días
13/04/2020	10	90
28/04/2020	12	105

Fuente: Elaboración propia.

Como resultado de evaluar el proceso del cultivo con relación al número de macollos obtenidos en promedio fue de 12 a los 105 días después de la siembra lo cual nos ofreció tallos y macollos con estructura firme ubicados en el cuello de la planta en promedio de 4 macollos por planta.

FIGURA N° 02. NÚMERO DE MACOLLOS DE HABA PROMEDIO



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.4. Número de Vainas por Planta de Haba

El inicio de floración fue el 22 de marzo culminando el 05 de mayo 2020, se debe anotar que el 100% de cobertura de suelo se produjo a los 107 días después de la siembra (30 / 04 / 2020), el número total de vainas evaluadas en promedio por golpe fue de 85 de los cuales manifestó su viabilidad productiva el 20%, (17 vainas maduras).

#### 4.1.5. Rendimiento de Plantas de habas por Tratamiento

La producción obtenida en promedio por golpe de tres semillas de haba verde fue de **0,34 kg.**, (20 gr., peso promedio por cada vaina cosechada), se debe agregar que se presentó una merma del 2% por daños de pájaros.

#### 4.1.6. Cosecha biológica de haba mediante sistema de riego por solarización

Para determinar La cosecha biológica del cultivo de haba se tomaron del campo experimental raíces, tallos y hojas de manera discriminada por cada hoyo para determinar su materia seca en laboratorio.

#### 4.1.7 Demanda de agua sistema de riego por solarización en haba

El sistema de riego por solarización consto de dos partes: un depósito de agua y una tapa cubierta exterior que se colocó cerca de la planta de haba para suministrar humedad, dentro del radio de alcance de sus raíces. Para el funcionamiento del sistema se llenó el depósito (vaso descartable de 1 litro

de capacidad) con agua que, al calentarse con los rayos del sol a través de la cubierta exterior del sistema botella PET, provoco la evaporación del agua del vaso y suelo cubierto que se condensa en la pared interior lateral y superior de la cubierta formando pequeñas gotas de agua que luego por acción de la fuerza de la gravedad se deslizaron por la cubierta de la botella PET., volviendo al suelo, de este modo produciéndose el ciclo natural del agua de forma controlada durante todo el periodo vegetativo del cultivo de haba. Para evitar la influencia de la precipitación de lluvia se acondiciono una cubierta temporal en cada momento de ocurrencias de lluvia.

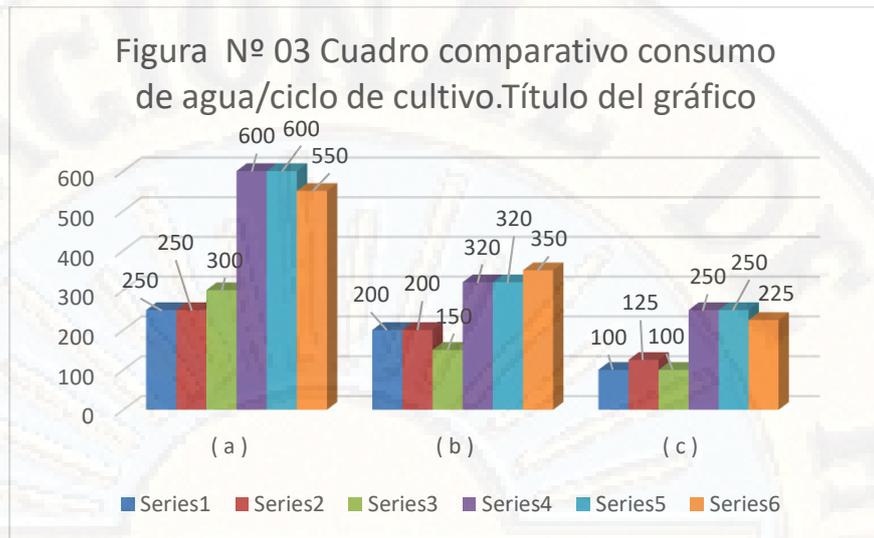
**Cuadro N° 03 Cuadro comparativo consumo de agua/ciclo de cultivo**

<b>Sistema de riego por solarización</b>			
<b>Periodo</b>	<b>0,06</b>	<b>0,12</b>	<b>0,18</b>
<b>Primer</b>	250	200	100
	250	200	125
	300	150	100
<b>Segundo</b>	600	320	250
	600	320	250
	550	350	225
<b>Total, ml:</b>	<b>425</b>	<b>257</b>	<b>175</b>
<b>Total l.:</b>	0,425	0,257	0,175
<b>Total, m3:</b>	<b>0,000425</b>	<b>0,000256667</b>	<b>0,000175</b>
<b>Total, m3/ha:</b>	<b>11,81</b>	<b>7,13</b>	<b>4,86</b>

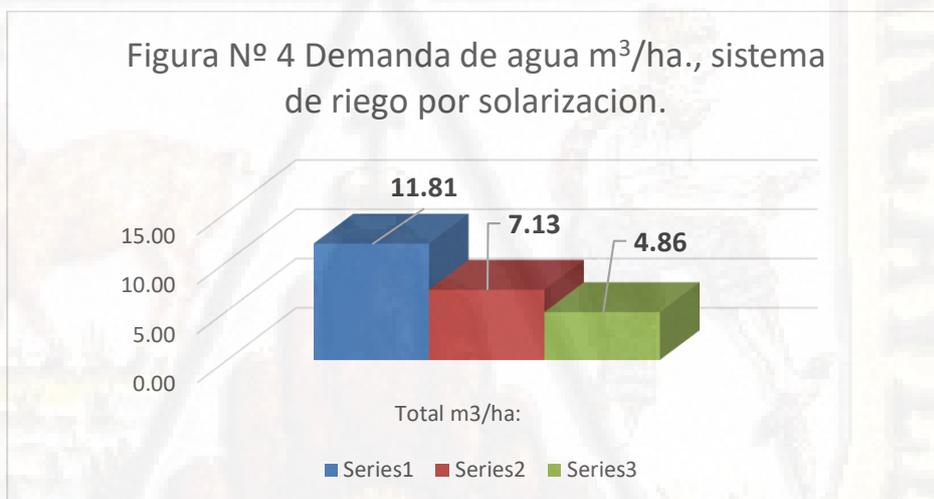
Fuente: Elaboración propia.

- (a). - Riego solar 0,06 de profundidad
- (b). - Riego solar 0,12 de profundidad
- (c). - Riego solar 0,18 de profundidad

Del cuadro N° 03 se puede deducir que el consumo mayor de agua mediante el sistema de riego por solarización corresponde al cultivo de haba donde fue instalado el solarímetro a 0,06 m del ras del suelo cuya demanda durante todo el ciclo del cultivo fue 0,425 litros/golpe de siembra (tres plantas de haba).



En la figura N° 03 a su vez se puede observar que la mayor demanda de agua por el cultivo ocurre desde el ciclo medio a la cosecha del cultivo.



La figura N° 04 muestra que la demanda de agua mediante el sistema de riego por solarización en el cultivo de haba ubicado a 0,06 m., del ras del suelo tabulado por hectárea es de tan solo 11,81 m<sup>3</sup>/ha., durante todo el ciclo del cultivo.

## 4.2. Prueba de hipótesis

**Tabla N° 01** Prueba de hipótesis tesis “Eficiencia del Sistema de riego por Solarización a diferentes profundidades en el cultivo de haba (*Vicia faba* L.) en la provincia de Acobamba”.

TC > T (Tabla)

Test de Chi cuadrada de bondad

**TC = 2,12 > -0.8076 y - 1,2666**

Entonces se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_a$

Hipótesis:	$H_a$ = El sistema de riego por solarización es eficiente en el cultivo de haba, en la provincia de Acobamba – Huancavelica.
El valor estadístico de prueba es mayor que el valor tabular, la hipótesis nula ( $H_0$ ) es rechazada.	

Fuente: elaboración propia.

Para este análisis se utilizó el cuadro de distribución de "t" de Students, donde para el grado de libertad hallado = 2,12 se tuvo que interpolar el inmediato superior e inferior con lo que se obtuvo valores para la probabilidad de dos colas siguiente  $0.05 = -0,876$  y  $0.01 = -1,2666$ .

## 4.3. Discusión de resultados

### 4.3.1. Emergencia y desarrollo inicial del cultivo de haba

Quedo demostrado que la germinación y uniformidad de emergencia de plantas de haba en el campo de cultivo se ven favorecidos por una labor de pre germinado de las semillas por un tiempo de 48 horas previo a la siembra, que conjuntamente al riego por solarización favorece este proceso.

### 4.3.2. Altura de Planta de haba

Como fue descrito en el ítem correspondiente después del desahije se dejaron las tres mejores plantas que habían germinado por golpe de siembra, se pudo observar un desarrollo posterior de tallos y nacimiento de macollos (105 días después de la siembra) con estructura firme y sólida ubicados en el cuello de cada planta en promedio de 4 macollos, el cultivo de haba alcanzo su altura máxima a los 130 días de su periodo vegetativo representado en 1,68 m., se infiere que la altura de planta promedio de haba obtenido mediante el sistema

de riego por solarización es superior a la caracterizada por la variedad Pacae jaspeado sembrado en la misma temporada bajo riego en el valle del Mantaro Junín, con lo cual se demuestra que el sistema de riego por solarización oferta humedad “agua” al suelo en cantidad racional, permanente y oportuna al cultivo.

#### **4.3.3. Número de Vainas por Planta de Haba**

El sistema de riego por solarización permitió una viabilidad productiva floreal del 20% del cultivo de haba lo que favorece la formación y relleno de vainas de manera uniforme, coincidiendo esta etapa con la cobertura total del suelo, esta situación nos permite sentenciar que este sistema de riego asegura el desarrollo del cultivo de manera regular durante sus diferentes etapas sin detrimento de la producción.

#### **4.3.4. Rendimiento de plantas de habas por tratamiento**

Se puede deducir que la producción de haba verde en promedio utilizando por golpe tres semillas asegura un rendimiento de **9,25 t./ ha.**, aun con una merma del 2% por daños de pájaros, este resultado del sistema de riego por solarización ofrece ventajas al productor que cultiva en condiciones de secano o bajo lluvia.

#### **4.3.5. Cosecha biológica de haba mediante sistema de riego por solarización**

La cosecha biológica de raíces, tallos y hojas y frutos del cultivo de habas represento en promedio 1,600 kg/ golpe (tres semillas) después de la cosecha de haba lo cual expresa un desarrollo productivo normal del cultivo.

#### **4.3.6. Demanda de agua sistema de riego por solarización en haba.**

La demanda de agua mediante el sistema de riego por solarización en el cultivo de haba ubicado con cubierta a 0,06 m., del ras del suelo tabulado por hectárea es de 11,81 m<sup>3</sup> /ha., a 0,12 m., es 7,13 m<sup>3</sup>/ha., y 4,86 m<sup>3</sup>/ha., a 0,18m., durante todo el ciclo del cultivo con lo cual se infiere que el consumo promedio fue de **7,93 m<sup>3</sup>/ha.**

**4.3.7. Prueba de hipótesis tesis “Eficiencia del Sistema de riego por Solarización a diferentes profundidades en el cultivo de haba (Vicia faba L.) en la provincia de Acobamba”.**

Analizado la prueba de hipótesis de la presente tesis se discurre refiriendo que la metodología establecida (propuesta) para determinar la eficiencia del sistema de riego por solarización efectuada a diferentes profundidades en el cultivo de haba demuestra que es muy eficiente, sencillo y económico, además de muy fácil de instalar, reciclando botellas PET., de 5 litros de capacidad caracterizando una tecnología de riego óptima para la producción de cultivos bajo el régimen productivo de secano propiciando un aumento de la producción y disminuyendo la demanda de agua de riego a un nivel mínimo de requerimiento por hectárea con 95% y 99% de probabilidad, por lo que se infiere que es un método de riego practico para el cultivo de áreas donde el agua es escasa.

## CONCLUSIONES

1. Se infiere que el sistema de riego por solarización permite el riego en forma eficiente al cultivo, siendo su instalación en campo muy sencilla y sin coste económico alguno, pues se utiliza materiales reciclados de botellas **PET**.
2. Se concluye que el riego por solarización implica un ahorro de agua mayor al **100%** con respecto al uso exclusivo de sistemas de riego tradicionales.
3. La demanda de agua mediante el sistema de riego por solarización en el cultivo de haba varia de ubicado a 0,06 m., del ras del suelo tabulado por hectárea es de 11,81 m<sup>3</sup>/ha., a 0,06 m., es 7,13 m<sup>3</sup>/ha., a 0,12 m., y 4,86 m<sup>3</sup>/ha., a 0,18m., durante todo el ciclo del cultivo con lo cual se infiere que el consumo promedio fue de **7,93 m<sup>3</sup>/ha.**
4. De la prueba de hipótesis realizada se teoriza describiendo que la metodología establecida (propuesta) para el riego por solarización en el cultivo de haba es muy eficiente, sencillo y económico, además de muy fácil de instalar, reciclando botellas PET., de 5 litros de capacidad caracterizando una tecnología de riego óptima para la producción de cultivos bajo el régimen productivo de secano **propiciando un aumento de la producción y disminuyendo la demanda de agua de riego** a un nivel mínimo de requerimiento por hectárea con 95% y 99% de probabilidad.
5. Podemos concluir infiriendo que la principal ventaja que ofrece este sistema de riego por solarización es que se trata de un sistema barato cuando se utiliza en áreas pequeñas, además su manejo es sencillo y solo requiere que se rellene el vaso de evaporación con agua cuando esta disminuye.

## RECOMENDACIONES

1. Se exhorta realizar trabajos similares para **Estudiar Sistema de riego por solarización** en otros cultivos en la Provincia y Distrito de Acobamba Huancavelica.
2. Para no incurrir en error en el cálculo de demanda de agua para riego mediante el sistema por solarización se recomienda utilizar botellas PET., de capacidad homogénea a fin de garantizar resultados favorables.
3. Se recomienda promover el reúso de las botellas de agua que están hechas de petróleo y de carbón denominadas PET., que no se disuelven puesto que reciclar este material ahorra energía y recursos naturales tomando en consideración que el plástico es una grave amenaza para el medio ambiente porque demora años en degradarse.
4. Como consideración final, considero que el sistema de riego por solarización en otros cultivos en la Provincia y Distrito de Acobamba Huancavelica debería ser un tema prioritario de ser investigado por parte de los egresados de la EP Agronomía.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **CAMARENA MAYTA, Félix; CHIAPPE VARGAS, Luis; HUARINGA Joaquín, MOSTACERO NEYRA, Elvia (2003).** Manual del Cultivo de haba. La Molina / PERÚ.
2. **FAO., Estudio FAO Riego y Drenaje - Guía 56 (1990),** Guía para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos, 322 pp.
3. **FLORES RIOS, Arnoldo Walter (2016), Tesis:** Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía carrera de Ingeniería Agronomica “Estudio del uso de botellas plásticas recicladas (*Politereftalato de etileno*) (PET) en el riego por goteo solar y su aplicación en la forestación”, Bolivia, 119 pp.
4. **GARAY CANALES, Oscar Baldomero (2009),** Manual de uso consuntivo del agua para los principales cultivos de los Andes Centrales Peruanos; INCAGRO, 34 pp.
5. **MARMOLEJO GUTARRA, Doris y SUASNABAR ASTETE, Carlos (2000).** Leguminosas de Grano. Ediciones “UNCP”. Huancayo / PERÚ.
6. **ALIAGA BARRERA, Isaac N. (2004).** Curso de Botánica. “Nomenclatura Botánica”. Folleto. U.N.H. – E.A.P.A. Huancavelica / PERÚ.
7. **MINAG - INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES - INRENA INTENDENCIA DE RECURSOS HIDRICOS OFICINA DE PROYECTOS DE AFIANZAMIENTO HIDRICO, (2006);** Proyecto de Irrigación Molinos Volumen II, 22 pp
8. **JAIME PIÑAS, Jesús Antonio, BAUTISTA VARGAS, Marino y RUIZ VILCHEZ, David (2008),** Proyecto de Investigación “Evaluación de los recursos hídricos a derivar al Sistema de riego Acobamba” 49 pp.
9. **JAIME PIÑAS, Jesús Antonio, (2017),** “Demanda de Agua para Riego en la Sierra”, Universidad Nacional de Huancavelica- Facultad de Ciencias Agrarias, 160 pp.
10. **JAIME PIÑAS, Jesús Antonio, (2014), tesis Validación de propuesta Metodológica para el Diseño Hidrico de Proyectos de Riego en la Sierra Peruana”,** Universidad Nacional de Huancavelica- Facultad de Ciencias Agrarias, 125 pp.

11. PADILLA, Verónica, CERON MATAMOROS, Itzae, HERNANDEZ LUNA, Mía Sarahi, GALVAN TELLEZ, Iktan, Muciza(2020), Riego solar por goteo.

### Web gráficas

1. [www.novagric.com/es/blog/articulos/sistema-de-riego-solar](http://www.novagric.com/es/blog/articulos/sistema-de-riego-solar) (2014), artículo de riego.
2. <http://www.sitiosolar.com/la-tecnica-de-riego-del-goteo-solar-kondenskompressor/>.
3. <https://www.santacruzlimpia.info/index.php/blog/item/362-riego-por-goteo-con-botellas-de-plastico-recicladas>.
4. **ZACARIAS PERDOMO** (2020), <https://maestroviejo.es/sistema-de-riego-por-goteo-solar-con-botellas/>

## Apéndice

### TEST CHI CUADRADA DE BONDAD DE AJUSTE

	( a )	( b )	( c )
	250	200	100
	250	200	125
	300	150	100
	600	320	250
	600	320	250
	550	350	225
<b>SUMA</b>	<b>2550,00</b>	<b>1540,00</b>	<b>1050,00</b>
<b>Promedio =</b>	<b>425,00</b>	<b>256,67</b>	<b>175,00</b>
$n_1 =$	6,00	6,00	6,00
$SC M_1 =$	153750,00	34533,33	27500,00

$$S^2C = 18828,33$$

T =	<b>2,12</b>
T 0,05 =	-0,8076
T 0,01 =	-1,2666

#### Observaciones:

- ( a ). - Riego solar 0,06 de profundidad
- ( b ). - Riego solar 0,12 de profundidad
- ( c ).- Riego solar 0,18 de profundidad

TC > T

(Tabla)

Test de Chi cuadrada de bondad

<b>TC =</b>	<b>2,12 &gt; -0.8076 y - 1,2666</b>
-------------	-------------------------------------

Entonces se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_a$

<b>Hipótesis:</b>	$H_a$ = El sistema de riego por solarización es eficiente en el cultivo de haba, en la provincia de Acobamba – Huancavelica.
-------------------	--

El valor estadístico de prueba es mayor que el valor tabular, la hipótesis nula ( $H_0$ ) es rechazada.

Entonces se concluye diciendo que la metodología establecida (propuesta) para el riego por solarización en el cultivo de haba es muy eficiente, sencillo y económico, además de muy fácil de instalar, reciclando botellas PET., de 5 l de capacidad caracterizando una tecnología de riego óptima para la producción de cultivos bajo el régimen productivo de secano propiciando un aumento de la producción y disminuyendo la demanda de agua de riego a un nivel mínimo de requerimiento por hectárea con 95% y 99% de probabilidad.

**Cuadro N° 04 Cuadro comparativo consumo de agua/ciclo de cultivo.**

Riego solar cc./trat.			
Periodo	( a )	( b )	( c )
<b>Primer</b>	250	200	100
	250	200	125
	300	150	100
<b>Segundo</b>	600	320	250
	600	320	250
	550	350	225

**Observación: Elaboración propia.**

## TESTIMONIO FOTOGRAFICO



Instalación de los vasos de descartable para el depósito de agua.



Medición de agua utilizando con jarra graduada en el experimento.



Efectividad en las primeras semanas de evaluación en el campo experimental.



Evaluación de la efectividad durante en el ciclo del desarrollo de haba.

**Tabla N° 01.-MATRIZ DE CONSISTENCIA**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES
<p><b>General:</b> ¿Qué eficiencia tendrá el sistema de riego por solarización a diferentes profundidades en el cultivo de haba, en la Provincia de Acobamba – Huancavelica?</p> <p><b>Específicos:</b> ¿Cómo se podría evitar la pérdida de agua por evaporación en los sistemas de riego? ¿De qué manera se reduciría la cantidad de agua para riego en el cultivo de haba en la provincia de Acobamba? ¿De qué manera se podría reciclar los envases descartables de bebidas en el sistema de riego, en la provincia de Acobamba? ¿Cómo se podría evitar el uso de aguas contaminadas con que se riega en los cultivos de la provincia de Acobamba?</p>	<p><b>General:</b> Conocer la eficiencia del sistema de riego por solarización a diferentes profundidades, en el cultivo de haba, en la provincia de Acobamba.</p> <p><b>Específicos:</b> Evaluar la demanda de agua en el sistema de riego por solarización en la provincia de Acobamba. Reciclar los envases descartables de bebidas para el uso en riego en la provincia de Acobamba. Purificar el agua de riego para los cultivos en la provincia de Acobamba.</p>	<p><b>General:</b> <b>Ho:</b> El sistema de riego por solarización no es eficiente en el cultivo de haba, en la provincia de Acobamba – Huancavelica.</p> <p><b>Ha</b> El sistema de riego por solarización es eficiente en el cultivo de haba, en la provincia de Acobamba – Huancavelica.</p>	<p><b>Variable:</b> <b>Independientes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Niveles de profundidad del sistema de riego por solarización.</li> <li>- Cantidad de agua consumida.</li> <li>- Precipitación</li> <li>- Temperatura.</li> </ul> <p><b>Variable:</b> <b>Dependiente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rendimiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Medición longitudinal (m).</li> <li>- Medición directa (Litros/tratamientos).</li> <li>- Historial ciclo del cultivo (mm).</li> <li>- Historial ciclo del cultivo (°C).</li> <li>- Evaluación cosecha (t / ha)</li> </ul>