

UNIVERSIDAD PARA EL DESARROLLO ANDINO

“Anti hatun yachay wasi, iskay simi yachachiypi umalliq”

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS AGRARIAS



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO, SUS PROPIEDADES Y USOS EN LA ALIMENTACIÓN EN LA UDEA-LIRCAY

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Presentado por:

HAMBAR ERIKA SANTOS SALINAS

Asesor:

Mg. GULIVER ALADIN ROJAS NAVARRO

Lircay-Angaraes-Huancavelica-Perú

2021

PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO, SUS PROPIEDADES Y USOS EN
LA ALIMENTACIÓN EN LA UDEA-LIRCAY



Autor

HAMBAR ERIKA SANTOS SALINAS

Presentado para optar al título de: Ingeniero Agrónomo

Asesor

Mg. GULIVER ALADIN ROJAS NAVARRO

UNIVERSIDAD PARA EL DESARROLLO ANDINO

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS AGRARIAS

Lircay-Angaraes-Huancavelica-Perú

2021

**PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO, SUS PROPIEDADES Y USOS
EN LA ALIMENTACIÓN EN LA UDEA-LIRCAY**

**Producción de Forraje Verde Hidropónico, sus Propiedades y Usos en la Alimentación en
la UDEA-Lircay**

Hambar Erika Santos Salinas

Universidad Para el Desarrollo Andino

Facultad de Ciencias e Ingeniería

Escuela Profesional de Ciencias Agrarias

Lircay-Angaraes-Huancavelica-Perú

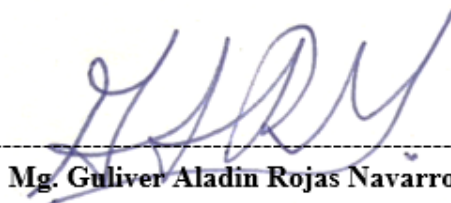
Nota del autor

Hambar Erika Santos Salinas, con DNI N° 41733835, Mg. Guliver Aladin Rojas Navarro con DNI N° 40510746, con código [https://orcid.org/ 0000-0003-4529-7074](https://orcid.org/0000-0003-4529-7074), Facultad de Ciencias e Ingeniería, Universidad para el Desarrollo Andino, Av. Ricardo Fernández N° 103, E-mail:

hambarerikas@gmail.com

CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE ASESOR

En condición de asesor de trabajo de suficiencia profesional titulado “**Producción de Forraje Verde Hidropónico, sus Propiedades y Usos en la Alimentación en la UDEA-Lircay**”; presentado por Hambar Erika Santos Salinas, para optar título como Ingeniero Agrónomo, una vez revisado el contenido doy por fe dicho trabajo y reúne los requisitos, méritos suficientes para ser sometido a presentación y evaluación por parte del jurado examinador que se designe. La elaboración de trabajo suficiencia esta culminada en su plenitud, en tal sentido, declaro *APROBADO*.



Mg. Guliver Aladin Rojas Navarro

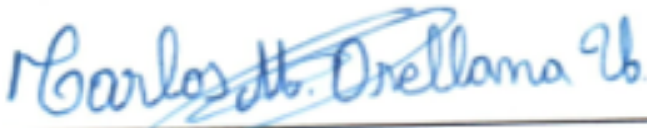
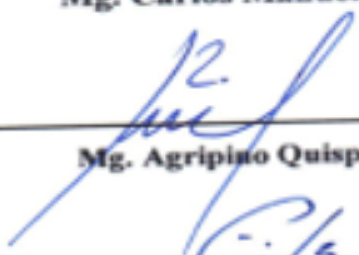


UNIVERSIDAD PARA EL DESARROLLO ANDINO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS AGRARIAS

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO, SUS PROPIEDADES Y USOS
EN LA ALIMENTACIÓN EN LA UDEA-LIRCA Y

PRESENTADA A LA DIRECCIÓN DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS
AGRARIAS COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADO POR:

- PRESIDENTE : 
Mg. Carlos Manuel Orellana Uzho
- SECRETARIO : 
Mg. Agripino Quispe Ramos
- VOCAL : 
Mg. Mario Chahuayo Quispe
- ASESOR : 
Mg. Guliver Aladin Rojas Navarro

DEDICATORIA

A mi padre e hijos, quienes con sus ejemplos y consejos supieron guiarme en el camino de mi formación personal y profesional, siendo mi apoyo en cada una de las etapas, depositando su entera confianza en cada reto que me presentaba sin dudar ni un solo momento.

AGRADECIMIENTO

- A mi Alma Mater UDEA Lircay, por haberme acogido durante los 5 años de estudios.
- Al Mg. Guliver Aladin Rojas Navarro, asesor del trabajo de suficiencia, por haberme brindado sus sabios conocimientos en cada uno de los procesos del desarrollo de la presente trabajo de suficiencia.
- A todas aquellas personas que me apoyaron de diferentes formas para poder mejorar y enriquecer el contenido del presente trabajo de suficiencia.

ÍNDICE

DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvi
RESUMEN	xvii
ABSTRACT.....	xviii
CHINTIY	xix
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
Objetivo general	3
Objetivos específicos	3
CAPÍTULO I	4
MARCO TEÓRICO.....	4
1.1. Antecedentes de la investigación	4
1.1.1. A nivel internacional	4
1.1.2. A nivel nacional	6
1.1.3. A nivel local	7
1.2. Bases teóricas.....	8
1.2.1. Forraje verde hidropónico	8
1.2.1.1. Definición.....	8
1.2.1.2. Tecnología.....	9

1.2.1.3. Importancia.....	9
1.2.1.4. Características del forraje.....	11
1.2.1.5. Ventajas del forraje	11
1.2.1.5.1. Es un sistema.....	11
1.2.1.5.2. Eficiencia en el uso de espacio.....	12
1.2.1.5.3. Ahorro de agua.....	12
1.2.1.5.4. Eficiencia en el tiempo de producción.....	13
1.2.1.5.5. Inocuidad.....	13
1.2.1.5.6. La producción es durante todo el año.....	14
1.2.1.5.7. Alto valor nutritivo en comparación a otro forrajes.....	14
1.2.1.5.8. Logra mejorar significativas en alimentación.....	16
1.2.1.5.9. Reducción en costos de alimentación e inversión.....	16
1.2.1.5.10. Mayor rentabilidad.....	17
1.2.1.6. Desventajas del forraje verde hidropónico.....	17
1.2.1.6.1. Desinformación y	17
1.2.1.6.2. Costos de instalación elevado.....	18
1.2.1.7. Factores básicos para el establecimiento FVH.....	18
1.2.1.7.1. El sitio.....	18
1.2.1.7.2. Tamaño de producción.....	18
1.2.1.8. Factores ambientales que influyen en la producción de FVH.....	19
1.2.1.8.1. La luz.....	19
1.2.1.8.2. La temperatura.....	19
1.2.1.8.3. La oxigenación.....	20

1.2.1.8.4. Humedad ambiental.....	20
1.2.1.9. Componentes básicos para el establecimiento del cultivo.	21
1.2.1.9.1. El invernadero.	21
1.2.1.9.2. Estantería.....	21
1.2.1.9.3. Recipiente de cultivo o bandeja.	22
1.2.1.9.4. Sistema de riego.	22
1.2.1.10. Producción de forrajes verde hidropónico.....	23
1.2.1.10.1. Selección de granos a utilizar en forraje verde hidropónico.	23
1.2.1.10.2. Selección de semilla a emplearse en forraje verde hidropónico. .	23
1.2.1.10.3. Lavado y desinfección de semillas.....	23
1.2.1.10.4. Remojo y germinación de semillas.	24
1.2.1.10.5. Dosis de siembre.	24
1.2.1.10.6. Siembre en la bandeja e inicio de los riegos.	25
1.2.1.10.7. Riego de las bandejas.	25
1.2.1.10.8. Riego solución nutritiva.	25
1.2.1.10.9. Cosecha y rendimiento.	27
1.2.2. Principales cereales para la producción de forraje verde hidropónico.....	28
1.2.2.1. Cebada (<i>Hordeum vulgare</i>).....	28
1.2.2.2. Maíz amiláceo (<i>Zea mays</i> L.).....	30
1.2.2.3. Trigo (<i>Triticum aestivum</i>).....	31
1.2.2.4. Avena forrajera (<i>Avena sativa</i>).....	33
1.2.2.5. Arveja (<i>Pisum sativum</i> L).....	34
1.2.3. Valor nutritivo de alimentos concentrados	35

1.2.4. Importancia de la calidad de las semillas.....	37
1.2.4.1. Pureza.....	37
1.2.4.2. Germinación.....	37
1.2.4.3. Viabilidad.....	37
1.2.4.4. Longevidad.....	38
1.2.4.5. Vigor.....	38
1.2.5. Principales animales que son alimentados con forraje verde hidropónico	38
1.2.5.1. Cuy (<i>Cavia porcellus</i>).....	38
1.2.5.2. Conejo (<i>Oryctulagus cuniculus</i>).....	41
1.2.5.3. Ovino (<i>Ovis aries</i>).	42
1.2.5.4. Alpaca.....	42
1.2.5.5. Llama (<i>Lama glama</i>).	43
1.2.5.6. Vaca (<i>Bos primigenus taurus</i>).	44
1.2.5.7. Cerdo (<i>Sus scrofa domesticus</i>).....	44
CAPÍTULO II.....	46
PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO EN ANGARAES	46
2.1. Ubicación y localización	46
2.2. Superficie	47
2.3. Población.....	48
2.4. Características socioeconómicas.....	49
2.4.1. Actividad agrícola	49
2.4.2. Superficie agrícola de la provincia de Angaraes por Distritos.....	50
2.4.3. Superficie no agrícola de la provincia de Angaraes por Distritos.....	52

2.4.4. Superficie de terreno del Distrito de Lircay	53
2.4.5. Superficies cosechadas de la provincia de Angaraes por Distritos de pastos cultivados	55
2.4.6. Superficies cosechadas de la Provincia de Angaraes por Distritos de cereales como materia prima para la producción de FVH.	56
2.4.7. Volumen de producción agrícola de la provincia de Angaraes por Distritos de pastos cultivados	57
2.4.8. Volumen de producción agrícola de la provincia de Angaraes por Distritos de cereales como materia prima para la producción de FVH	58
2.4.9. Rendimiento de cultivos de la provincia de Angaraes por distritos de pastos cultivados	59
2.4.10. Rendimiento de cultivos de la provincia de Angaraes por Distritos de cereales como materia prima para la producción de FVH	60
2.5. Actividad ganadera	61
2.5.1. Población pecuaria por Distritos de la provincia de Angaraes año 2017.....	61
2.5.2. Saca de especies pecuarias por Distritos de la provincia de Angaraes Año 2017	62
2.5.3. Volumen de producción de especies pecuarias por Distritos de la provincia de Angaraes Año 2017	63
2.5.4. Rendimiento de las especies pecuarias en producción de carne por Distritos de la Provincia de Angaraes Año 2017	64
2.6. Características climatológicas.....	65
2.7. Producción de forraje verde hidropónico en la región de Huancavelica	65

2.8. Producción de forraje verde hidropónico en la provincia de Angaraes	67
CAPÍTULO III.....	68
CONTRASTE DE PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO	68
3.1 Producción, propiedades y usos del forraje verde hidropónico	68
CONCLUSIONES	72
RECOMENDACIONES.....	73
REFERENCIA.....	74
ANEXOS	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Análisis químico de las partes del forraje verde hidropónico</i>	11
Tabla 2 <i>Productividad de forraje verde hidropónico de diferentes cereales</i>	14
Tabla 3 <i>Digestibilidad del forraje verde hidropónico</i>	15
Tabla 4 <i>Valor nutricional de forraje verde hidropónico de diferentes cereales</i>	15
Tabla 5 <i>Precio/kg de diferentes tipos de forraje</i>	16
Tabla 6 <i>Proporción de concentración de solución nutritiva</i>	26
Tabla 7 <i>Componentes de la solución nutritiva</i>	26
Tabla 8 <i>Componente nutricional del FVH de cebada</i>	29
Tabla 9 <i>Análisis bromatológico del forraje hidropónico de cebada</i>	29
Tabla 10 <i>Composición nutricional del maíz amiláceo</i>	31
Tabla 11 <i>Valor nutricional por 100 gramos</i>	32
Tabla 12 <i>Composición nutricional de avena forrajera</i>	34
Tabla 13 <i>Composición nutricional de arveja</i>	35
Tabla 14 <i>Valor nutritivo de alimentos concentrados</i>	36
Tabla 15 <i>Superficie y altitud por Distritos de la provincia de Angaraes</i>	47
Tabla 16 <i>Población por Distritos de la provincia de Angaraes</i>	48
Tabla 17 <i>Superficie agrícola de la provincia de Angaraes</i>	50
Tabla 18 <i>Superficie agrícola (has) – Distrito de Lircay</i>	50
Tabla 19 <i>Superficie no agrícola de la provincia de Angaraes</i>	52
Tabla 20 <i>Superficie no agrícola (has) – Distrito de Lircay</i>	52
Tabla 21 <i>Superficie (has) – Distrito de Lircay</i>	53

Tabla 22 <i>Superficies cosechadas por distritos en la provincia de Angaraes (Has) de pastos cultivados</i>	55
Tabla 23 <i>Superficies cosechadas por distritos en la provincia de Angaraes (Has) de cereales como materia prima para producción de FVH</i>	56
Tabla 24 <i>Volumen de producción por Distritos en la provincia de Angaraes (Tn) de pastos cultivados</i>	57
Tabla 25 <i>Volumen de producción por Distritos en la provincia de Angaraes (Tn) de cereales como materia prima para producción de FVH</i>	58
Tabla 26 <i>Rendimiento de cultivos por Distritos en la provincia de Angaraes (Tm/has) de pastos cultivados</i>	59
Tabla 27 <i>Rendimiento de cultivos por Distritos en la provincia de Angaraes (Tm/Has) de cereales como materia prima para producción de FVH</i>	60
Tabla 28 <i>Población pecuaria por distritos de la provincia de Angaraes año: 2017 (cabezas) ...</i>	61
Tabla 29 <i>Saca de especies pecuarias por Distritos de la Provincia de Angaraes año: 2017 (cabezas)</i>	62
Tabla 30 <i>Volumen de producción de especies pecuarias por Distritos de la Provincia de Angaraes Año: 2017 (Tm)</i>	63
Tabla 31 <i>Rendimiento de las especies pecuarias en producción de carne por Distritos de la Provincia de Angaraes Año: 2017 (kg/und.)</i>	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Vista satelital del Distrito de Lircay</i>	47
Figura 2 <i>Población Total según Distritos</i>	49
Figura 3 <i>Superficie Agrícola (Has) – Distrito de Lircay</i>	51
Figura 4 <i>Superficie no Agrícola (Has) – Distrito de Lircay</i>	53
Figura 5 <i>Superficie de terreno (Has) – Distrito de Lircay</i>	54
Figura 6 <i>Producción de forraje verde hidropónico de cebada (Hordeum vulgare)</i>	86
Figura 7 <i>Producción de forraje verde hidropónico de cebada, testigo, trigo y avena</i>	86
Figura 8 <i>Producción de forraje verde hidropónico de tres variedades de cebada</i>	87
Figura 9 <i>Producción de forraje verde hidropónico de cebada</i>	87

RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia titulado: “Producción de forraje verde hidropónico, sus propiedades y sus usos en la alimentación”, se llevó a cabo en la Universidad para el Desarrollo Andino, ubicada en la ciudad de Lircay, provincia de Angaraes y Región de Huancavelica, teniendo como objetivo recopilar información sobre producción de forraje verde hidropónico, sus propiedades y usos en la alimentación; para cumplir con el objetivo planteado se realizó la revisión bibliográfica a nivel internacional, nacional y local referente a la producción de FVH; obteniendo información como: empleando la tecnología de producción de FVH se puede cosechar anualmente 15 a 20 toneladas de materia seca en una superficie de siembra 100 veces menor en comparación de la producción tradicional, la metodología de producción de FVH es adaptable a cualquier condición climática, los cereales como cebada, trigo y maíz presentan altos rendimientos en la producción de FVH, los animales presentan mejor conversión alimenticia cuando consumen este alimento, es factible la alimentación con FVH a ovinos, aves, vacas, caballos, llamas, alpacas, cuyes entre otros; el trabajo realizado nos ha permitido llegar a las siguientes conclusiones: el distrito de Lircay presenta condiciones favorables para la producción de FVH, ya que son productores directos de los cereales que permiten una mejor conversión alimenticia y a la vez son productores pecuarios. Por lo que implementar el FVH para la alimentación de la población pecuaria presentará mayor rentabilidad.

Palabra clave: forraje verde hidropónico, hidroponía, forraje, cereales, animales.

ABSTRACT

The present sufficiency work entitled: "Hydroponic green forage production, its properties and its uses in food", was carried out at the University for Andean Development, located in the city of Lircay, province of Angaraes, having as objective to compile information on hydroponic green forage production, its properties and uses in food; In order to comply with the stated objective, a bibliographic review was carried out at an international, national and local level regarding the production of FVH; Obtaining information such as: using the FVH production technology, 15 to 20 tons of dry matter can be harvested annually in a sowing area 100 times smaller than in traditional production, the production methodology of FVH is adaptable to any climatic condition, cereals such as barley, wheat and corn present high yields in the production of FVH, the aforementioned cereals present better feed conversion, it is feasible to feed with FVH to sheep, birds, cows, horses, llamas, alpacas, guinea pigs among others; in this way reaching the following conclusions: the district of Lircay presents favorable conditions for the production of FVH, since they are direct producers of the cereals of better food conversion and at the same time they are livestock producers. Therefore, implementing the FVH for feeding the livestock population will be more profitable.

Keyword: green hydroponic forage, hydroponics, forage.

CHINTIY

Kay yachay qillqasqapa patachayninmi “yakuwan qiqlla qumir puquchiy, ima allin kasqankunamanta hinaspa imaynatam kamachikun llapa mikuykunapi” ruwakurqa Universidad para el Desarrollo Andino hatun yachaywasi nisqanpi, Lircay, Angaraes hinaspa Huanavelica nisqan suyupi, yakuwan qiqlla qumir puquchiy, ima allin kasqankunamanta hinaspa imaynatam kamachikun llapa mikuykuna hawachinan rayku; chay hawachiyninta tukuy raykun llapa maytukunata ñawinchakurqa llapallan suyukunapi kaqta, chaynallataq kay kasqaypi, chay yakuwan qiqlla qumir puquchiy nisqanmanta; chaymi tarikururqa: yakuwan qiqlla qumir puquchiywan tarpuspaqa watapim aymuranchikman chunka pichqayuqmanta iskay chunka taqiy taqiyman chay chaki puquyman, ichaqa pachakniyuqmanta asllam chay sapa kuti tarpuykunatamanta, yakuwan qiqlla qumir puquchiy ruwayqa ima mitakunapipas ruwakunmanmi, cebada rurukuna, trigo hinaspa sarakunatam allinta puquchin kay yakuwan qiqlla qumir puquchiy nisqanpi, uywakunapas allintam mikuykunku kay tarpuykunata mikuykuspa, allinmi kay yakuwan qiqlla qumir puquchisqa mikuyqa llapa uywakunapaq, pawaqkunapa, wakakunapaq, wistukunapa, llamakunapaq, paqkunapaq, quwikunapaq, chaynallataq wakin uywakunapaqpas; kay llamkay ruwasqawanmi chayanchik kay tukupayman: Lircay suyupiqqa ruwakunmanmi yakuwan qiqlla qumir puquchiy mikunakunata, llapa rurukuna tarpusqanku rayku, chayna allin mikuy kananpaq, hinaspa uywakuna uywasqanku rayku. Chaymi yakuwan qiqlla qumir puquchiy ruwayqa llapa uywakunapa uywaqninkuna allin rantikunankupaq.

Simi rimay kichana: yakuwan qiqlla qumir puquchiy, mana allapawan tarpuy, chaki panqu, rurukuna, uywakuna.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de suficiencia nace a consecuencia del decadente manejo de suelos agrícolas. En la actualidad cada productor pecuario del distrito de Lircay fue asignado a una proporción de área para la alimentación de sus ganados mediante un pastoreo natural, que al pasar del tiempo se ha convertido en un pastoreo intensivo, por los prolongados periodos de pastoreo, o en muchos casos sin periodos suficientes de recuperación. Problemática que es causado por el ganado en las aplicaciones agrícolas mal gestionadas y de este modo generando escasez de alimentos para la población pecuaria, que es pastoreada directamente en el campo.

Los cambios drásticos de temperatura han generado, que la mayor parte de las áreas de pastoreo natural sean afectadas, convirtiéndola en no aprovechables, por lo tanto, la presencia de periodos de sequía ha afectado directamente a las pasturas naturales, lo cual afecta en la alimentación de los animales, ya que hay una escasez de producción de pastos naturales, aquello repercute significativamente en la nutrición del animal.

La escasez de alimentos por el sobrepastoreo y el mal manejo de los suelos agrícolas, han generado que se implementen nuevas técnicas de producción de alimentos para abastecer a la población pecuaria, tal como es la hidroponía mediante la producción de forraje verde hidropónico. Esta tecnología permite producir alimentos de gran valor nutritivo en cortos periodos de tiempo y tener disponibilidad de forraje para la alimentación de animales como: vacunos, ovinos, porcinos, equinos, cuyes, gallinas entre otros. De acuerdo a las investigaciones de producción de forraje verde hidropónico presenta las siguientes bondades: eficiencia en el uso de espacios, ahorro de agua, eficiencia en el tiempo de producción, inocuidad, producción durante todo el año, alto valor nutritivo, logra mejoras significativas en el crecimiento y desarrollo de los animales reducción en los costos de alimentación e inversiones y mayor rentabilidad.

Debido a lo expuesto el presente trabajo de suficiencia tiene como objetivo general: Recopilar, compilar información sobre producción de forraje verde hidropónico, sus propiedades y usos en la alimentación. Por lo que el presente trabajo pretende promover la factibilidad de producción y alimentación con forraje verde hidropónico en el distrito de Lircay. El presente trabajo de suficiencia se divide en tres capítulos:

En el Capítulo I

1. Antecedentes de la investigación y Bases teóricas

En el Capítulo II

1. Ubicación y localización
2. Superficie
3. Población
4. Características socioeconómicas
5. Características climatológicas
6. Producción de forraje verde hidropónico en la región de Huancavelica
7. Producción de forraje verde hidropónico en la provincia de Angaraes

En el Capítulo III

1. Producción de forraje verde hidropónico
2. Principales granos de cereales para la producción de forraje verde hidropónico
3. Principales animales domésticos que pueden ser alimentados con forraje verde hidropónico
4. Factibilidad de producción y alimentación con forraje verde hidropónico

OBJETIVOS

Objetivo general

Recopilar y compilar información sobre producción de forraje verde hidropónico, sus propiedades y usos en la alimentación pecuaria.

Objetivos específicos

1. Describir información diversa sobre producción de forraje verde hidropónico, sus propiedades y usos en la alimentación.
2. Establecer los principales granos de cereales para producción de forraje verde hidropónico.
3. Determinar los principales animales domésticos, que pueden ser alimentados con forraje verde hidropónico.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes de la investigación

Son todas aquellas investigaciones que guardan relación con el tema en estudio. A continuación, presentamos trabajos referentes al forraje verde hidropónico a nivel internacional, nacional y local.

1.1.1. A nivel internacional

Núñez y Guerrero (2021), realizaron el artículo científico titulado “Forrajes hidropónicos: una alternativa para la alimentación de animales domésticos”, teniendo como objetivo que permite la producción de biomasa vegetal derivada a partir del desarrollo inicial de las plantas en las etapas de germinación y crecimiento anticipado de plántulas a partir de semillas factibles, es la siembra de cultivo sin suelo, este método facilita el desarrollo productivo, sostenible y ecológico de las plantas, para cumplir con el objetivo se empleó un diseño experimental; obteniendo los siguientes conclusiones se desplegaron técnicas que se apuntalan a utilizar sustratos, o métodos con aportes de soluciones de nutrientes, tomando en cuenta siempre las necesidades de la planta como la temperatura, humedad, agua y nutrientes. Fundados en la práctica, los beneficios por unidad de área sembrada son altos debido a una mayor consistencia, productividad, inocuidad y eficacia en el uso de los recursos agua, luz y nutrientes, además es económicamente viable que merece ser considerada por los pequeños y medianos productores rurales de animales domésticos.

Castellanos (2020) en su tesis titulada “Producción de Forraje Verde Hidropónico la Alternativa para Alimentación Equina”, teniendo como objetivos producir forraje verde de alto valor nutritivo para alimentación equina, para cumplir con los objetivos planteados se empleó un

diseño experimental; obteniendo los siguientes resultados de la implementación de esta tecnología a se obtuvo que con 2 kg de semilla se produjeron 12 kg de forraje verde hidropónico de cebada, lo cual es muy superior a otros granos utilizados en hidroponía, para cebada a los 8 días de siembra, quienes reportaron un valor de 20 kg/m².

Ramírez y Soto (2017), realizaron el artículo científico titulado “Efecto de la nutrición mineral sobre la producción de forraje verde hidropónico de maíz”, teniendo como objetivo fue evaluar el efecto de la nutrición mineral aplicada mediante solución nutritiva, sobre la productividad y la composición de nutrientes minerales, de FVH de maíz con los objetivos planteados se empleó un diseño experimental; obteniendo los resultados que se aplicaron 2 tratamientos de concentración de nutrientes: Nutrición alta (Na) y Nutrición baja (Nb), y un tratamiento control con agua (Te). El estudio se realizó en el 2015, en un invernadero ubicado en la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno (EEAFBM), Alajuela, Costa Rica. La semilla se seleccionó y se preparó mediante desinfección, imbibición y aireación; seguidamente se pregerminó en cámara húmeda (3 días) en bandejas plásticas a una densidad de 3 kg.m². Luego las bandejas se trasladaron a un invernadero de producción, donde permaneció durante 11 días hasta la cosecha. La aplicación de solución nutritiva no tuvo efecto significativo ($p > 0,05$) sobre la producción de peso fresco (PF) y de materia seca (MS), la eficiencia de conversión (EC) y la composición mineral del FVH de maíz. Para todos los tratamientos (Na, Nb y Te), los valores promedios de producción de PF (15,28 kg.m²), de EC (5,08 kg.kg⁻¹), de altura (27,7 cm) y la composición mineral del FVH de maíz, presentaron valores óptimos respecto a lo reportado por otros autores. Los resultados sugieren que bajo condiciones similares a este estudio, no es necesaria la utilización de soluciones nutritivas para la producción de FVH.

1.1.2. A nivel nacional

Aguilar (2016), realizó su tesis titulada “Producción de forraje verde hidropónico para optimizar el uso del agua y su impacto en el nivel de ingreso del productor de cuyes en el Valle Tacna 2013”, teniendo como objetivo evaluar la producción de forraje verde hidropónico para optimizar el uso del agua y su impacto en el nivel de ingreso del productor de cuyes en el Valle Tacna 2013, para cumplir con el objetivo planteado se empleó un diseño experimental; obteniendo los siguientes resultados: se requiere 37.5 l de agua para producir 1 m² de FVH, los cuyes llegan al peso comercial en 46 días alimentado con maíz chala; de este modo llegando a las siguientes conclusiones: se obtuvo rendimiento de FVH de 3.5 kg/bandeja, por lo que la cantidad de producción es de 48kg por modulo en ciclos de 12 días, el FVH presento obtuvo mejores resultados que el maíz chala, el costo de producción de FVH es de s/.0.20 por kilo.

Jorge y Romero (2017), realizaron la tesis titulada “Efecto del uso de forraje verde hidropónico de tres especies forrajeras en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) línea Perú en condiciones de galpón del centro de investigación frutícola oleícola UNHEVAL Huánuco, 2017”, teniendo como objetivo evaluar el efecto del uso de forraje verde hidropónico de tres especies forrajeras en la alimentación de cuyes durante las etapas de crecimiento y engorde, se empleó 40 cuyes, entre ellos 20 cuyes machos y 20 hembras de línea Perú de 21 días de edad, asimismo, se empleó un diseño experimental; obteniendo los siguientes resultados: el forraje verde hidropónico de cebada obtuvo mejores resultados en cuyes hembras y machos, el FVH de cebada presenta una conversión alimenticia más eficaz en hembras y machos, el FVH de cebada presenta mejor rendimiento de la carcasa de los cuyes hembras y machos; de este modo llegando a las siguientes conclusiones: se obtuvieron altos rendimiento de carcasa a los 90 días de edad al ser alimentados con FVH en cuyes hembras y machos con porcentajes de 70.93% y 69.06%

respectivamente; índice de costo/beneficio de 1.28. lo que representa que el uso de FVH es significativamente rentable para la producción de cuyes.

Saavedra (2018), realizó la tesis titulada “Forraje verde hidropónico de tres variedades de cebada (*Hordeum vulgare*) en la dieta de cuyes (*Cavia porcellus*) en recría”, teniendo como objetivo evaluar el efecto del forraje verde hidropónico (FVH) de tres variedades de cebada (*Hordeum vulgare*), INIA 411 San Cristóbal (T1), Grignon (T2) e INIA Moronera (T3) en la ganancia de peso vivo de cuyes (*Cavia porcellus*) en el distrito de Abancay; asimismo, se empleó el diseño experimental y como muestra 45 cuyes machos; obteniendo los siguientes resultados: el mejor rendimiento y altura fue obtenido T1(4.8:1 kg y altura de 23.3cm), se obtuvo mejores ganancia de peso en cuyes con la variedad T1, presentó mejor conversión alimenticia la variedad T1; de este modo de arribaron a las siguientes conclusiones: la variedad INIA 411 San Cristóbal presenta: mayor rendimiento y altura, la conversión alimenticia oscila entre 4 a 4.38 y mayor rentabilidad en la crianza de cuyes.

1.1.3. A nivel local

Carhuapoma y Curi (2014), en su tesis titulada “Producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) usando el efluente de Piscigranjas en el asilo de ancianos Santa Teresa Jornet Huancavelica”, teniendo como objetivo determinar el efecto que tiene el efluente de las pozas de trucha en la producción del forraje verde hidropónico de cebada, para cumplir con el objetivo se empleó el nivel de investigación experimental, la muestra estuvo constituida por 10 bandejas por tratamiento para lo cual se consideraron 3 tratamientos; obteniendo los siguientes resultados: se obtuvo una altura promedio de 5.6cm a los 4 días, una altura promedio de 7.1cm a los 8 días, una altura promedio de 8.53cm a los 12 días, una altura promedio de 9.76cm a los 16 días, la producción de FVH obtenido es de 1.398 kg/bandeja obtenido de

0.381kg de semilla; de este modo arribaron a las siguientes conclusiones: la generación de nitrógeno a nitrato ($N NO_3$) en la poza de trucha fue de 1.2 mg/1 N NO_3 y en el bio filtro fue de 2.2 mg/1 N NO_3 . Por lo tanto, es posible nitrificar el amoníaco presente en el efluente de pozas de trucha para la nutrición del FVH, asimismo, es factible utilizar el agua proveniente de las piscigranjas para la producción de FVH de cebada.

Carrasco y Espinoza (2016), en su tesis de investigación titulada “Efecto de los cereales forrajeros hidropónicos y los diferentes tiempos de cosecha sobre la composición química bromatológica y parámetros productivos”, teniendo como objetivo determinar cuál es el efecto de los cereales forrajeros hidrocultivos y tiempos de cosecha en la composición química y producción de cebada, trigo y avena, en el cual se utilizó 12 bandejas de cebada, 12 bandejas de trigo y 12 bandejas de avena., para cumplir con los objetivos se empleó el diseño experimental; obteniendo los siguientes resultados obtenidos para la altura de planta fueron altamente significativos, con un coeficiente de variabilidad de 4.3%, 3,5% y 5.6% respectivamente; respecto a la PFV se observó una alta significancia estadística con un coeficiente de variabilidad de 15.73%, 17.37% y 14.98% respectivamente; con respecto a la PMS hubo alta significancia estadística para los tratamientos 15 y 21 días no encontrando significancia a los 18 días; de acuerdo a la interacción hidrocultivo por día se encontró que los días influyen dependiendo de las especie; respecto.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Forraje verde hidropónico

1.2.1.1. Definición. Es un sistema de producción de cultivos sin suelo, “en este sistema el medio de crecimiento y/o soporte del vegetal está constituido por diferentes componentes y sustancias de origen, orgánicas o inorgánicas, inertes y no inertes que presentan directamente

aporte en la nutrición mineral de los vegetales. Puede ser considerada una variedad de sustancias como sustrato en donde se desarrolle el vegetal” (Gilsanz, 2007).

Según FAO (2002) el “ forraje verde hidropónico es un sistema de cultivo sin tierra, esto hace referencia que los vegetales o plantas necesariamente crecen en el agua o colgado en el aire con dosis de agua como es el caso de la aeropónica”. Existe una gran diversidad de hacer hidroponía, pero comúnmente se habilita un sustrato en donde el vegetal mantenga un sostén adecuado para su crecimiento, asimismo, mantener la humedad y favorecer la oxigenación de las raíces de los vegetales.

Explica que, “el FVH es el resultado del proceso de germinación de granos de cereales (cebada, avena, trigo, maíz, etc.) que se realiza durante un periodo de 8 a 15 días, captando energía del sol y asimilando los minerales disueltos de una solución nutritiva” (Arano 1998).

1.2.1.2. Tecnología del forraje verde hidropónico. FAO (2001) menciona que “el forraje verde hidropónico es una tecnología de producción de biomasa vegetal obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas viables, el forraje es un pienso o forraje vivo, de alta digestibilidad, calidad nutricional y muy apto para la alimentación animal”

Asimismo Arano (1998), menciona que “la tecnología de forraje verde hidropónico es la obtención de alimento precoz con rapidez de cultivo hasta de 8 días desde granos secos y de alta digestibilidad. Por otro lado, la superficie de labranza es muy reducida: 2m² da una producción de 100/120 Kg de FVH/día” (p. 45).

1.2.1.3. Importancia del forraje verde hidropónico. El FVH fue implementado para eliminar la dependencia y limitación que origina los suelos agrícolas de baja cantidad de nutrientes y condiciones poco favorables para el desarrollo de cultivos, tales como falta de agua,

bajas temperaturas entre otros, “posibilitando a los productores obtener un forraje de alto valor nutritivo, en grandes cantidades en tiempos de producción reducidos, con otros tipos de forraje convencional, sustituyendo a los campos agrícolas donde se producen tradicionalmente, creando granjas competitivas de dimensiones reducidas y altas producciones en las zonas donde los suelos y el clima poco favorables” (Arano 1998).

El FVH es un sistema de producción de biomasa vegetal salubre y de alto valor nutricional, producido en periodos de tiempo reducido (9 a 20 días), dependiendo a la especie a alimentar en cualquier época del año y en cualquier ubicación geográfica, siempre en cuando se considere las condiciones favorables mínimas para su producción. “La tecnología de FVH no se considera competitiva a la producción de suelo agrario mediante método tradicional, es más, solo es un complemento a partir de especies aptas (cebada, avena, trigo, maíz entre otros), para cultivo de forraje convencional” (Sánchez, 2000).

La enseñanza tradicional en años anteriores, se argumentaba para la producción agrícola era necesario tres cosas: clima, agua y suelo. En la actualidad se sabe que se puede cultivar en climas poco favorables dentro de invernaderos y que también es posible cultivar sin suelo a través de la técnica de cultivo sin suelo conocida como la hidroponía; pero el agua siempre será un factor limitante para la producción agrícola, ya que todo vegetal requiere de una cierta cantidad de agua para su supervivencia. Precisamente, una de las ventajas de la hidroponía es el ahorro significativo del agua, siendo una tecnología adaptable a lugares con frecuentes sequías y zonas desérticas. “Una manera de contrarrestar la baja producción de los suelos naturales, específicamente en las zonas alto andinas, es tomando en consideración el sistema de FVH. Esta tecnología de producción sin el uso de suelos ya ha sido corroborada a través de diferentes trabajos de investigación en varios países y como también en Perú” (Rodríguez y Tarrillo, 2005).

1.2.1.4. Características del forraje verde hidropónico. El FVH alcanza una altura de 25 a 30cm en un periodo de tiempo de 12 a 15 días, transcurrido dicho tiempo ya se encuentran en condiciones óptimas de ser cosechadas y ser suministradas en su totalidad para el consumo, aquello hace referencia que las hojas, tallos, raíces y raíz se encuentran comestibles. El FVH presenta una formula completa de proteínas, vitaminas, minerales y grasas altamente digestibles. “De acuerdo a los análisis de diferentes partes del FVH, se destaca el alto contenido de proteínas específicamente en hojas y tallos, alto contenido de grasas, carbohidratos y N.D.T. en las raíces” (Tarrillo, 2008).

Tabla 1

Análisis químico de las partes del forraje verde hidropónico

Análisis		Raíces	Tallos	Hojas	Total
Proteína cruda	%	12.19	27.18	35.28	16.02
Grasas	%	5.68	4.55	3.76	5.37
Fibra cruda	%	10.29	26.32	21.5	12.94
E.L.N.	%	69.28	36.78	34.66	62.63
Ceniza	%	2.56	5.17	4.8	3.03
N.D.T.	%	84.03	61.29	76.26	80.91

E.L.N.: Extracto Libre de Nitrógeno; N.D.T.: Nutrientes Digestibles Totales

Fuente: (Laboratorio de Evaluación Nutricional de alimentos de la Universidad Nacional Agraria la Molina)

1.2.1.5. Ventajas del forraje verde hidropónico.

1.2.1.5.1. Es un sistema nuevo para producir forraje. La producción de FVH se realiza dentro de invernaderos, por lo que, este sistema es adaptable a cualquier condición climática y la producción es constante durante todo el año. “El requerimiento de agua, energía, área y mano de obra son reducida, en tanto que, se logra una disminución significativa en los costos de producción e inversión” (Tarrillo, 2008, p. 45).

1.2.1.5.2. Eficiencia en el uso de espacio. Este sistema permite el uso de espacios reducidos ya que es posible una siembra de alta densidad: 5kg de semillas por m² y producciones de 40 a 50 kg de forraje fresco por m² de bandeja. Esta producción se realiza en bandejas colocadas en andamios de 6 niveles, de tal forma que en un andamio donde se coloquen 72 bandejas se logra producciones de 720kg, colocados en un espacio de 2.75m².

En un invernadero con capacidad de 480 bandejas, donde se obtienen producciones de 500kg/día, requiere un área total de 75 m² esto equivale a 182,500kg de forraje fresco al año, si realizamos una comparación con el área requerida para la producción de alfalfa en un campo agrícola y considerando un rendimiento de 600,000kg/Ha de alfalfa al año, un invernadero de 75 m² de área equivaldría a 3ha de terreno agrícola para la producción de alfalfa. Módulo de 480 bandejas (75 m²) = 3ha de alfalfa (30,000 m²).

Según Gilsanz (2007) es “posible desarrollar producciones comerciales exitosas en áreas reducidas como el fondo de una casa” (p. 56). Esto conlleva a una evolución del volumen y área de cultivo muy diferente al cultivo tradicional, aquello haciendo referencia al cultivo hidropónico.

1.2.1.5.3. Ahorro de agua. En el sistema producción es posible la recirculación del agua, de tal modo que la pérdida solo se por evapotranspiración de las plantas, pero este proceso es reducido al máximo ya que las plantas no se encuentran en contacto directo con los rayos solares, asimismo, ya que la producción se realiza dentro de los invernaderos, por ejemplo, en un invernadero donde se cuentan con 480 bandejas de producción de forraje se requiere 1000 litros de agua al día, pero este módulo produce 500 kg de forraje/día. En tal sentido que el requerimiento de agua es de 2 litros para la producción de un kilo de forraje. Se estima que para la producción de 1kg de alfalfa fresca bajo sistema de riego tecnificado “*aspersión*” se requiere

300 litros de agua y 100 litros para la producción de 1kg de maíz forrajero bajo el sistema de riego tecnificado.

El agua a emplearse debe ser potable o de subsuelo, con la finalidad de no contaminar el cultivo, “pero se ha observado que el agua empleada para riego presenta una producción eficiente, en tal sentido se recomienda el uso de agua libre de contaminantes, especialmente aquellos que pudieran obstruir el sistema de riego” (Tarrillo, 2008, p. 50).

Según Gilsanz (2007) a través de los “sistemas hidropónicos se realiza un uso eficiente del agua, ya que esta es controlada y aportada en las cantidades requeridas por el vegetal. Además, se minimizan las pérdidas de agua por evaporación e infiltración”. Adaptable a zonas desérticas y lugares afectados por constantes sequías.

1.2.1.5.4. Eficiencia en el tiempo de producción. La producción de FVH se realiza en periodos de tiempo reducidos, por lo que a los 10 a 12 días ya se encuentra óptimo para el consumo del animal. En ciertos casos, por estrategias de manejo de producción se cosechan a los 14 a 15 días, de acuerdo a estudios realizados el tiempo de cosecha apta para el consumo de los animales es de 12 días, mayor al tiempo establecido presenta un descenso en el valor nutricional del FVH.

1.2.1.5.5. Inocuidad. El FVH se encuentra libre de agentes contaminantes, debido a que fue previamente lavado con hipoclorito de sodio al 1%. La alimentación con FVH nos asegura una ingesta salubre y de calidad. El uso de FVH permitirá a los animales a que no ingieran hierbas o plántulas indeseables que dificulten o perjudiquen los procesos de metabolismo y absorción.

1.2.1.5.6. La producción es durante todo el año. El sistema de producción es continuo, se puede sembrar cada día y cosechar igual número de bandejas. Por ejemplo, si se trabaja con un invernadero de 480 bandejas en un periodo de crecimiento de 10 días, el primer día se siembra 48 bandejas, el segundo igual cantidad y así durante 10 días. “El décimo día las primeras 48 bandejas estarán listas para cosechar, inmediatamente se lava las bandejas y se siembra la misma cantidad. Se considera una cosecha de 10kg por bandeja, entonces se alcanzará una producción de 480kg de FVH/día” (Tarrillo, 2008, p. 55).

En la siguiente tabla podemos apreciar la productividad de forraje verde hidropónico de diferentes cereales.

Tabla 2

Productividad de forraje verde hidropónico de diferentes cereales

Características	Semillas				
	Trigo	Avena	Maíz	Cebada	Vicia
Rendimiento (Kg FVH MS/Kg Semilla)	1.70	1.70	1.00	1.20	1.30
Periodo de producción (días)	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Costo de producción (USD/Kg de FVH MS)	0.25	0.26	0.46	0.38	0.45

Fuente: (Sinchiguano, 2008)

1.2.1.5.7. Alto valor nutritivo en comparación a otro forrajes. El forraje verde hidropónico producido es suministrado en su totalidad: hojas, tallos, semillas y raíces, ya sea triturado, desmenuzado o picado. Dicho alimento es rico en proteínas, vitaminas, energía y minerales. La producción de FVH de aproximadamente 20 a 30cm de altura, proporciona al consumir una energía digestible superior a 3300 Kcal/kg, sin embargo, este valor puede variar de acuerdo al cereal empleado.

“El forraje verde hidropónico presenta para los animales una alta digestibilidad, ya que es un vegetal tierno por lo que las paredes celulares no se han lignificado, permitiendo una fácil digestión para quienes lo consumen” (Tarrillo, 2008, p. 60).

Tabla 3

Digestibilidad del forraje verde hidropónico

Descripción	F.V.H. (%)	Alfalfa (%)	Maíz Chala
			(%)
Proteína	16-22	17-21	7.5-9.0
Energía NDT	70-80	60-65	68-72
Grasa	2.5-5.0	1.8-2.2	1.8-2.0
Digestibilidad	80-90	65-70	60-70

N.D.T.: Nutrientes Digestibles Totales

Fuente: (Tarrillo, 2008, p. 60)

Asimismo, en el siguiente cuadro se detalla el valor nutricional de forraje verde hidropónico de diferentes tipos de cereales.

Tabla 4

Valor nutricional de forraje verde hidropónico de diferentes cereales

Componentes		Forrajes					
		FVH		FVH		FVH	
		Alfalfa	Trigo	Avena	Maíz	Cebada	Vicia
Humedad total	%	76.0	82.6	73.8	83.0	80.0	79.5
Materia seca	%	24.0	17.4	26.2	17.0	20.0	20.6
Proteína cruda	%	16.7	14.2	9.2	12.3	10.1	20.6
Extracto etéreo	%	2.1	3.0	3.0	4.1	3.2	3.0
Fibra cruda	%	24.7	25.9	22.1	24.2	12.5	24.5
Ceniza	%	9.7	3.3	3.0	2.5	2.4	3.0
Materia orgánica	%	90.3	96.7	97.0	97.5	97.6	97.0
E.L.N.	%	56.5	57.0	65.7	59.4	74.3	51.9

E.L.N.: Extracto Libre de Nitrógeno, FVH: Forraje Verde Hidropónico

Fuente: (Sinchiguano, 2008)

1.2.1.5.8. Logra mejorar significativas en alimentación. Las mejoras que se obtiene con el uso del forraje verde hidropónico en la alimentación de los animales son: ganancia de peso en menor tiempo, mejor conversión alimenticia, mayor producción de leche, mayor contenido de grasas y solidos totales en la leche.

1.2.1.5.9. Reducción en costos de alimentación e inversión. La mayor cantidad de productores agrícolas del Perú, que presentan un reducido ambiente para la producción de forraje y aun en algunos casos no cuentan con suelos agrícolas, tal problemática se manifiesta especialmente en los productores de cuyes, se ven obligados a comprar y están sujetos a la oferta que cada día es más reducida, actualmente en los mercados el precio de diferentes forrajes, son como se presentan a continuación.

Tabla 5

Precio/kg de diferentes tipos de forraje

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio (s/.)
Chala picada	1.00	kg	0.25
Alfalfa fresca	1.00	kg	0.50
Heno de alfalfa	1.00	kg	1.00
FVH(*)	1.00	kg	0.20 a 0.25

(*) el precio/ kg de FVH es inferior a comparación de otros forrajes

Fuente: (Tarrillo, 2008, p. 70)

En cuanto a las inversiones, un módulo de 480 bandejas produce la misma cantidad de 3 Ha de terreno agrario para la producción de alfalfa. “Pero el monto de inversión para la producción de FVH es de 4000 dólares americanos incluido el invernadero, en cambio al emplear el método de producción agrario tradicional el monto de inversión es de 40,000 dólares americanos, es decir, para la producción de FVH el monto invertido es 10 veces menor a comparación de la producción tradicional” (Tarrillo, 2008, p. 70).

1.2.1.5.10. Mayor rentabilidad. El uso del forraje verde hidropónico en la alimentación presenta muchas ventajas, tales como: eficiencia en el uso de espacio, ahorro de agua, eficiencia en el tiempo de producción, producción constante durante el año, inocuidad, alto valor nutritivo en comparación a otros forrajes, mejoras significativas en la alimentación, “reducción en costos de alimentación e inversiones, de este modo maximizando los ingresos para la empresa agropecuaria , por lo tanto, obtenemos una mayor rentabilidad desde el punto de vista empresarial” (Tarrillo, 2008, p. 78).

1.2.1.6. Desventajas del forraje verde hidropónico. Las principales desventajas identificadas en un sistema de producción de FVH son:

1.2.1.6.1. Desinformación y sobrevaloración de la tecnología. Proyectos de FVH preconcebidos como "llave en mano" son vendidos a productores sin conocer exactamente las exigencias del sistema, la especie forrajera y sus variedades, su comportamiento productivo, plagas, enfermedades, requerimientos de nutrientes y de agua, óptimas condiciones de luz, temperatura, humedad ambiente, y niveles óptimos de concentración de CO₂.

Innumerables de estos proyectos han sufrido significativos fracasos por no haberse accedido a una capacitación previa que permita un correcto manejo del sistema. Se debe tener presente que, por ejemplo, para la producción de forraje verde hidropónico sólo precisamos un fertilizante foliar mulatizado el cual contenga, aparte de los macros y micro nutrientes esenciales, un aporte básico de 200 partes por millón de nitrógeno. Asimismo, el FVH es una actividad continua y exigente en cuidados lo que implica un compromiso concreto del productor. La falta de conocimientos e información simple y directa, se transforma en desventaja, al igual que en el caso de la tecnología de hidroponía familiar.

1.2.1.6.2. Costos de instalación elevado. Una desventaja que presenta este sistema sería el elevado costo de implementación. Sin embargo, se ha demostrado que, utilizando estructuras de invernáculos hortícolas comunes, se logran excelentes resultados.

Según De La Torre (2010) el “FVH resulta una tecnología apta para su implementación y uso a nivel de pequeños productores pecuarios”, como nos muestra:

- Es una estrategia de producción de biomasa vegetal que baja los costos fijos de la alimentación animal, sobre todo aquella que se realiza utilizando como insumo fundamental el concentrado.
- Es una excelente fuente proteica y vitamínica, lo cual denota su buen valor nutritivo.
- Nos ofrece una disponibilidad de forraje verde fresco todo el año, independiente de los problemas climáticos que sucedan.
- Es altamente digestible y nos provee de una muy buena y alta calidad alimenticia.

1.2.1.7. Factores básicos para el establecimiento FVH.

1.2.1.7.1. El sitio. El sitio en donde requerido para la producción de forraje verde hidropónico, debe estar libre de agentes contaminantes, por tal motivo es recomendable un campo abierto. La exposición solar debe ser lo más directa posible; en caso del empleo de invernaderos, la orientación debe ser de Norte Sur, con cultivos en línea y en la misma dirección.

1.2.1.7.2. Tamaño de producción. Según Samperio (1997) el “tamaño de la producción dependerá directamente del espacio disponible y del propósito del mismo” (p. 80); esta puede variar desde una planta por recipiente o a partir de 1 m² hasta alcanzar varias hectáreas, la superficie que se empleará para la producción de FVH debe ser nivelada o con posibilidades de ser nivelada, debe presentar un buen drenaje interno, con un mínimo de pre colación de 1

pulgada por hora, disponibilidad hídrica, fácil acceso para el mantenimiento de la unidad hidropónica y proximidad de una vivienda para el monitoreo del cultivo en condiciones climáticas extremas.

1.2.1.8. Factores ambientales que influyen en la producción de FVH.

1.2.1.8.1. La luz. Samperio (1997) indica “que la luz es un factor insustituible para el buen desarrollo de las plantas, pues es la energía que permite a la planta realizar la fotosíntesis, por medio del cual pasan cada una de las etapas de su desarrollo, desde su germinación hasta alcanzar el desarrollo” (p. 82). A falta de luz todas las plantas experimentan el fototropismo, capacidad que tiene la planta para orientar sus hojas y dirigir su crecimiento hacia la fuente de luz. Las plantas para un buen desarrollo requieren de 9 a 12 horas de luz por día y el periodo de descanso lo realizan por las noches; en casos que se requiera acelerar la producción, por las noches se le debe suministrar buena iluminación continua; por lo que se recomienda que los invernaderos se encuentren forrados con colores transparentes, debido a que refleja la luz en su totalidad.

Los cultivos de forraje, requieren abundante luz natural o artificial, por lo que se suministra de 10 a 12 horas. La duración del día o foto periodo influye en el desarrollo del vegetal, se recomienda que la luz solar no sea excesiva ya que puede quemar especialmente a las bandejas que se encuentran en la parte superior del andamio.

1.2.1.8.2. La temperatura. Samperio (1997) manifiesta “que uno de los factores que presenta mayor repercusión en el desarrollo del vegetal es la temperatura, aunque estas según su clase y variedad requieran diferentes condiciones climáticas” (p. 83). Generalmente las plantas se desarrollan en climas que oscilan entre 18 y 24 °C, temperatura promedio que coincide con los invernaderos.

Las plantas normalmente pueden soportar cambios de temperaturas mínimas, pero cuando son extremas entre 8 a 10 °C de diferencia a lo habitual, los vegetales tienden a dañarse seriamente en caso que aquellas plántulas están siendo producidas dentro de un invernadero; pero en el caso de plántulas de condiciones climáticas bajas tienden a soportar de manera adaptable a temperaturas frías.

1.2.1.8.3. La oxigenación. Es de suma importancia ya que por ella se realiza el transporte de los nutrientes y abastecer elementos dentro de su sistema celular. El oxígeno al oxidar los minerales, se transforma en el catalizador para producir la energía metabólica mediante su sistema de respiración radicular. “Para su eficiente funcionamiento, las raíces dependen de la cantidad de oxígeno que se le aporte, pues de lo contrario, a pesar de abastecer la cantidad necesaria de nutrientes, se obtendrá un cultivo precario o en muchos casos morir por asfixia radicular” (Samperio, 1997, p. 86).

1.2.1.8.4. Humedad ambiental. Gutiérrez et al. (2000) proporcionan a “conocer que la humedad ambiental es de vital importancia para procurar condiciones favorables de asimilación, ya que cumple una influencia directa en el trabajo que se involucradas las hojas, se debe considerar una humedad cercana al 100% con el fin de asegurar un desarrollo óptimo del sistema radicular”. Las raíces de una plántula joven no pueden crecer en un ambiente seco. Como es el caso del FVH es un cultivo que requiere alta humedad la que la raíz se encuentra desnuda, por lo que se recomienda que la plantación de FVH se realice en ambientes de alta humedad relativa por encima del 85%. Aquella se consigue en la frecuencia de los riegos y la misma evapotranspiración de las plántulas.

1.2.1.9. Componentes básicos para el establecimiento del cultivo.

1.2.1.9.1. El invernadero. Gutiérrez et al. (2000) facilita a conocer que el “invernado a construirse debe estar de acorde a la cantidad de forraje que se pretende producir diariamente, tomando en consideración un margen de seguridad” (p. 20). Se sabe que 4 m² son suficientes para producir una cantidad de 15kg de forraje diariamente.

Tomando en consideración la ubicación, debe estar lo más cercano al establo, para reducir los costos de transporte, permita monitorear constantemente, también estará ligado a la funcionalidad de las instalaciones de agua y luz, especialmente en lugares fríos donde requiera suministrar energía artificial por las noches, se recomienda construir un invernadero hermético y con doble pared de plástico, con la finalidad de mantener la temperatura y humedad promedio requerido a las plántulas.

El piso debe de ser de concreto, para evitar encharcamientos y proliferación de hongos y bacterias por los continuos riegos que se realizan, asimismo, permite un manejo más sencillo ya que el terreno se encuentra nivelada.

1.2.1.9.2. Estantería. Gutiérrez et al.(2000) manifiesta que las “estanterías comprenden el soporte requerido para la bandejas o charolas en donde se van a cultivar las semillas, estas pueden ser de madera, metal o PVC” (p. 22).

La altura debe ser acorde para fácil manipulación de las bandejas, asimismo, permita comodidad en las diferentes labores del cultivo.

Los módulos deben presentar una pendiente adecuada en la dirección longitudinal y transversal, con la finalidad de permitir el drenaje de la solución nutritiva en todos los sentidos.

En la actualidad de construyen módulos de 4 a 6 niveles, distanciados entre sí por accesos de 1m para facilitar las labores de siembra, cosecha, lavado y desinfección. Los niveles de cada módulo

se encuentran distanciados a cada 0.5m y el primer nivel se encuentra a 0.3m de distancia respecto al piso, cada nivel debe presentar una pendiente de 10% para poder drenar la solución nutritiva sobrante de las bandejas.

1.2.1.9.3. Recipiente de cultivo o bandeja. Gutiérrez et al. (2000) manifiesta que los “recipientes de cultivo o bandejas son los contenedores que se usan para colocar la semilla para el desarrollo del cultivo” (p. 23), estos pueden ser de vidrio, asbesto cemento, lámina galvanizada, PVC, fibra de vidrio o formaletas de madera cubierta de polietileno, sus medidas varían de acuerdo a la semilla a cultivar, pero se recomienda de 40 a 60cm de ancho, 80 a 120cm de largo con una profundidad de 2 a 5cm.

1.2.1.9.4. Sistema de riego. Samperio (1997) menciona que “el riego superficial por aspersión es recomendable para instalaciones domiciliarias, o cuando no se dispone de equipos electrónicos para agilizar el trabajo, y se opta por el riego manual” (p. 90). Para irrigar no es necesario emplear aspersores, podemos sustituirlo con una regadera o algún recipiente. En este sistema puede o no ser reciclada la solución nutritiva, si ha si lo quisiera solo bastará con colocar un recipiente en el punto de desfogue de excedente y para regar solo tendrá que emplear un regadero u otro tipo de recipiente.

El riego debe de realizarse en la mañana entre 6:00 a 10:00 am o por la tarde entre 5:00 a 7:00pm. Se recomienda en estos horarios, ya que el riego en temperaturas altas ocasionaría que se quemen las plántulas, debido que en las horas de alta temperatura son donde la evapotranspiración es intensa.

Sánchez (1982) recomienda “que el riego de FVH debe realizarse con pulverizadores, nebulizadores o micro aspersores”. El riego por inundación no es recomendable ya que generan

excesos de agua que conllevan a la asfixia radicular, proliferación de hongos y putrefacción que puede producir la pérdida total o parcial del cultivo.

1.2.1.10. Producción de forrajes verde hidropónico.

1.2.1.10.1. Selección de granos a utilizar en forraje verde hidropónico. Los granos a emplearse en el forraje verde hidropónico, deben estar de acuerdo a la disponibilidad y acorde a las condiciones climáticas de la zona en donde se pretende desarrollar este sistema. En la mayoría de los casos se recomienda utilizar los granos de mayor producción de la zona, tales como: cebada, avena, trigo, maíz, arvejas.

1.2.1.10.2. Selección de semilla a emplearse en forraje verde hidropónico. La semilla a emplearse debe ser de buena calidad, de procedencia conocida, adaptable a las condiciones climáticas en donde se pretende desarrollar, disponibles y de probada germinación y rendimiento. Debe tenerse presente que las semillas seleccionadas estén libres de contaminantes (piedras, paja, semilla partida, tierra entre otros), asimismo, debemos tener presente que dichas semillas no hayan sido tratadas con cura semillas, agentes pre emergentes o algún tipo de pesticida toxico.

1.2.1.10.3. Lavado y desinfección de semillas. Las semillas a emplearse deben ser previamente lavadas y desinfectadas con una solución de hipoclorito de sodio al 1%. Según Rodríguez (2000) debe “emplearse una solución de lejía preparada diluyendo 10 ml de hipoclorito de sodio por cada litro de agua”. El procedimiento descrito permite eliminar los agentes patógenos, contaminantes, liberarlas de residuos y dejarlas aptas para su uso. El desinfectado con la solución de hipoclorito permite eliminar los ataques de microorganismos patógenos al cultivo de FVH. El tiempo promedio que debe dejarse las semillas en la solución de hipoclorito debe ser entre 30 a 180 segundos. Dejar por fuera de este intervalo de tiempo puede

perjudicar el desarrollo normal de la planta, de este modo causando pérdida de tiempo y dinero. Una vez finalizado el lavado se prosigue al enjuague de las mismas con abundante agua.

1.2.1.10.4. Remojo y germinación de semillas. Consiste en ubicar las semillas dentro de una cubierta de tela y ahogarlas completamente en agua libre de contaminantes, por un periodo de tiempo no mayor a 24 horas con el propósito de lograr una completa imbibición. El tiempo antes mencionado será dividido en dos periodos cada uno de 12 horas. Una vez transcurrida las 12 horas de haberse sumergido las semillas, se procede a sacarla y orearla durante una hora. Cumplida con el tiempo mencionado se vuelve a sumergir por un periodo de 12 horas para finalmente realizar el último oreado. El procedimiento antes descrito permite estimular el embrión de la semilla, de este modo induciendo a su pronta germinación. “Este pre germinación nos conlleva a un crecimiento inicial vigoroso de FVH, ya que en las bandejas se emplearán semillas que ya han brotado y por lo que su posterior crecimiento estará más estimulado. El cambio de agua cada 12 horas permite una mejor oxigenación en la semilla” (Hidalgo, 1985).

1.2.1.10.5. Dosis de siembra. Rodríguez (2001) recomienda “realizar la siembra en bandejas de 43.18 x 43.18 cm, con profundidad de 5cm”. Por cada bandeja se siembra 2 kg de maíz. De acuerdo a las semillas a sembrar existen diversas densidades de siembra de FVH, al emplearse granos de cebada de aproximadamente 20 g/dm² (g/dm²: gramos por decímetro cuadrado), con una profundidad de 2cm, en el caso de la semilla del maíz aproximadamente 20 g/dm² con una profundidad de 3 a 4cm y la semilla de sorgo 20 g/dm² con una profundidad 1.5cm.

“Las dosis de semillas a ser cultivadas por unidad de metro cuadrado oscilan entre 2.2kg a 3.4kg percatándose que las semillas o siembra no debe superar los 1.5cm de altura en la bandeja que las va contener” (FAO, 2002).

1.2.1.10.6. Siembra en la bandeja e inicio de los riegos. Una vez realizada los procedimientos antes descritos, se procederá a la siembra definitiva de las semillas en las bandejas correspondientes de producción. Para ello se extenderá una capa delgada de semillas no superior a 1.5cm de altura. Posteriormente cubrimos con plástico negro en su totalidad, ya que, debe mantenerse en la oscuridad entre el intervalo de tiempo de la siembra y la germinación. Este proceso permite proporcionar condiciones óptimas de humedad y de temperatura favorables para la completa germinación y crecimiento inicial. “Se debe monitorear y al ser detectada la brotación en su totalidad de las semillas se debe proceder a retirar el plástico negro” (FAO, 2002).

1.2.1.10.7. Riego de las bandejas. El riego de las bandejas de crecimiento de FVH debe de realizarse mediante nebulizadores, micro aspersores o con un pulverizador manual. Los riegos por inundación sub superficial o superficial no es recomendado ya que causa excesos de agua que ocasionan asfixia radicular, en muchos casos el ataque por agentes patógenos y putrefacción que causan la pérdida total o parcial del cultivo. Los primeros 4 días por ningún motivo debe de aplicarse más de 0.5 litros de agua por metro cuadrado al día, en días posteriores puede emplearse de 0.9 lt/día hasta 1.5 lt/día por metro cuadrado de cultivo. “El volumen requerido de riego depende específicamente del tipo de cultivo y las condiciones climáticas internas del área de producción de FVH” (FAO, 2002).

1.2.1.10.8. Riego solución nutritiva. Apenas emerjan las primeras hojas del cultivo, entre el 4^{to} y 5^{to} día, se inicia el riego con solución nutritiva. De acuerdo a la FAO (2002), en la publicación “*Forraje Verde Hidropónico*” manifiesta que: “la solución nutritiva puede ser utilizada para la producción de FVH a una concentración de “1/4 full”, haciendo referencia, por

cada litro de agua empleada utilizar 1.25 cc de solución concentrada A y 0.5 cc de solución concentrada B”.

Tener siempre en consideración, especialmente en los últimos días de crecimiento de FVH (días 12 o 13), el riego debe realizarse con agua limpia, con la finalidad de eliminar posibles rastros de sales minerales que pudieron quedar en las raíces u hojas.

La preparación de la solución nutritiva que se aplica directamente al cultivo en sustrato solido se realiza de acuerdo a las siguientes proporciones de concentración.

Tabla 6

Proporción de concentración de solución nutritiva

Concentración	Cantidades de		
	Agua	Nutriente "A"	Nutriente "B"
Total	1 litro	5.0 c.c.	2.0 c.c.
Media	1 litro	2.5 c.c.	1.0 c.c.
Un Cuarto	1 litro	1.25 c.c.	0.5 c.c.

c.c.: Centímetros Cúbicos

Fuente: (FAO, 2003)

A pesar de variar las dosis de las soluciones concentradas A y B, la proporción a utilizar siempre es de 5:2.

Tabla 7

Componentes de la solución nutritiva

SOLUCIÓN NUTRITIVA		
Solución A		
Descripción	Cantidad	Unidad
Fosfato de Amonio	492.00	kg
Nitrato de Calcio	2100.00	kg
Nitrato de Potasio	1100.00	kg
Solución B		
Sulfato de Magnesio	492.00	g
Sulfato de Cobre	0.48 0.50	g
Sulfato de Manganeso	2.50	g

Sulfato de Zinc	1.20	g
Ácido Bórico	6.20	g
Molibdato de Amonio	0.02	g
Nitrato de Magnesio	920.00	g
Quelato Hierro	8.50	g

Fuente: (FAO, 2003)

1.2.1.10.9. Cosecha y rendimiento. Según la FAO (2002), recomienda “que la cosecha debe realizarse entre los días 12 a 14, sin embargo, puede realizarse una cosecha anticipada entre los días 8 a 9”.

Según Tarrillo (2008) para “las siembras de cebada, trigo y avena pueden obtenerse rendimientos de 6 a 8kg de forraje verde hidropónico por cada kg de semilla cultivada, mientras que para maíz pueden obtenerse rendimientos de 4 a 5kg de forraje verde hidropónico por cada kg de semilla cultivada”.

En similar línea Ñíguez (1998) manifiesta “que la mayor riqueza nutricional de un FVH puede ser alcanzado entre los días 7 a 8, por lo que, un mayor volumen y peso debe tener concordancia con la calidad, ya que el factor tiempo pasaría a convertirse en un elemento negativo para la eficiente producción”.

El volumen total producido en las bandejas, comprende a la producción de forraje verde hidropónico. “Todo esto en un solo bloque alimenticio, el cual no requiere personal especializado para sacar y entregar a los animales en trozos, desmenuzado o picado” (Sanchez, 1997).

1.2.1.11. Utilización del forraje verde hidropónico en la alimentación animal. El FVH representa una opción de producción de forraje para la alimentación de animales mayores como corderos, cabras, terneros, vacas en ordeño, caballos; “asimismo, para animales menores como conejos, cuyes, gallinas ponedoras, patos, chinchillas entre otros animales domésticos y es útil en las épocas del año donde hay escases de forraje verde” (FAO, 2001).

1.2.2. Principales cereales para la producción de forraje verde hidropónico

1.2.2.1. Cebada (*Hordeum vulgare*)

a) **Morfología.** Hinojosa (2011), nos menciona los siguientes características sobre cebada:

Raíz: fasciculada

Tallo: es una caña hueca que presenta de 7 a 8 entrenudos. Su altura puede ser de 0.5m hasta 2 metros.

Hoja: lanceolada, conformada por vaina basal y la lámina, las hojas se encuentran insertadas a los nudos del tallo por un collar.

Espiga: es la inflorescencia de la cebada, se considera una prolongación del tallo.

Grano: es capicoides, la cascara es protectora de los depredadores, representa un 13% del total del grano.

b) **Taxonomía.** Según Hinojosa (2011) la taxonomía son:

Reino: plantae

Clase: liliopsida

Orden: poales

Familia: poaceae

Género: hordeum

Especie: *hordeum vulgare*

c) **Composición nutricional del forraje verde hidropónico de cebada**

La cebada es uno de los alimentos de importancia para el ser humano, aunque su popularidad ha ido decayendo en los últimos 250 años en favor del trigo y por lo cual este se ha venido utilizando como alimento para animales o para la producción de cerveza y whisky. “La cebada contiene gluten es por esto que también se hace pan, se encuentra más frecuentemente la cebada de forma entera o cebada pelada, pero también se puede adquirir en forma de copos o granos,

pero de todos estos la cebada entera es la que aporta un contenido nutricional más alto” (Olmos, 2010).

Tabla 8

Componente nutricional del FVH de cebada

PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD
Proteína	20	%
Energía	2.9	Kcal.
Grasa	3.9	%
Vitamina C	2000	Mg kg
Digestibilidad	85 90	%

Fuente: (Pautrat, 2008)

d) Análisis bromatológico del forraje hidropónico de cebada

Análisis químico bromatológico de 18 días de cosecha. “Esta información inicial nos permite tener una idea de la contribución nutricional de forraje verde hidropónico a los animales” (Quispe, 2016).

Tabla 9

Análisis bromatológico del forraje hidropónico de cebada

Componentes		Cebada
Materia seca	%	16.22
Proteína cruda	%	14.78
Fibra cruda	%	16.95
Extracto etéreo	%	3.55
E.L.N.	%	60.30
Ceniza	%	4.42
F.D.N	%	63.68

E.L.N.: Extracto Libre de Nitrógeno

F.D.N.: Nutrientes Digestibles de Forraje

Fuente: (Quispe, 2016)

1.2.2.2. Maíz amiláceo (*Zea mays* L.)

a) Morfología

Tallo: El tallo es simple erecto, de elevada longitud pudiendo alcanzar los 4 metros de altura, es robusto y sin ramificaciones.

Inflorescencia: El maíz es de inflorescencia monoica con inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta.

Hojas: las hojas son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervias. Se encuentran rodeadas al tallo y por el haz surgen vellosidades. Los extremos de las hojas son afilados y por ende cortantes.

Raíces: Sus raíces son fasciculadas y su objetivo es aportar un adecuado anclaje a la planta. “En algunos casos sobresalen unos nudos de las raíces a nivel del suelo esto suele ocurrir en aquellas raíces secundarias o adventicias” (INFOAGRO, 1998).

b) **Taxonomía.** Según Acosta (2009), la taxonomía de maíz es:

Reino: plantae

Clase: liliopsida

Orden: poales

Familia: poaceae

Género: *Zea*

Especie: *Zea mays* L.

c) Composición nutricional del forraje hidropónico de maíz amiláceo

La producción de forraje verde hidropónico de maíz amiláceo para la alimentación de población pecuaria, presenta un valor nutricional alto, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 10*Composición nutricional del maíz amiláceo*

Componentes		Maíz amiláceo
Materia seca	%	88.00
Cenizas	%	1.90
Fibra bruta	%	2.00
Extracto etéreo	%	3.40
E.L.N.	%	71.70
Proteína	%	8.90

E.L.N.: Extracto Libre de Nitrógeno

Fuente: (Crampton y Harris, 1974)**1.2.2.3. Trigo (*Triticum aestivum*)****a) Morfología**

Raíz: Nacen en la germinación de la semilla. Las raíces del trigo son fasciculadas y suelen a llegar a medir más de un metro, aunque la mitad de las raíces llegan a alcanzar 25cm. El crecimiento permanente de las raíces se da cuando inicia el encañado.

Tallo: El trigo presenta un tallo recto y de geometría tubular de tipo herbáceo. Generalmente presenta 6 nudos y alcanza a medir entre 60 a 120 cm, aunque puede variar de acuerdo al tipo de variedad de cultivo.

Hoja: Las hojas con largas rectas, paralelinervias con terminación en punta, presentan una longitud de 15 a 25cm. Cada plántula tiene de 4 a 6 hojas, estas se componen de vaina, limbo, cuello y aurículas.

Inflorescencia: Al finalizar el periodo del tallo aparece la espiga envuelta en la última hoja. Las espigas están compuestas de 15 a 25 espiguillas que se presentan dispuestas alternativamente a derecha e izquierda en torno a un raquis.

Flores: Cada flor está compuesta por tres estambres y dos estigmas plumosos que nacen directamente del ovario.

Grano: Es un fruto de forma ovoide con una ranura en la parte ventral.

b) Taxonomía. Según INFOAGRO (2007), la taxonomía de trigo son:

Reino: plantae

Clase: liliopsida

Orden: poales

Familia: poaceae

Género: triticum

Especie: triticum aestivum

c) Composición nutricional del forraje hidropónico de trigo

Es importante por su alto contenido de vitamina E, ácido linoleico y fosfolípidos indispensables para un buen funcionamiento del organismo, a continuación, el porcentaje de nutriente en 100 g de granos.

Tabla 11

Valor nutricional por 100 gramos

PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD
Carbohidratos	70.00	g
Proteínas	16.00	g
Humedad	10.00	g
Lípidos	2.00	g
Minerales	2.00	g

Fuente: (INFOAGRO, 2007)

1.2.2.4. Avena forrajera (*Avena sativa*)

a) **Morfología:**

Raíz: Está constituido por un sistema radicular potente, presenta abundantes raíces y profundas a comparación de otros cereales.

Tallo: Presentan tallos gruesos y rectos, con baja resistencia al vuelvo, tiene buen valor forrajero, pueden llegar a alcanzar una altura de 0.5 a 1.5m, están constituidos por varios entrenudos que terminan en gruesos nudos.

Hoja: Planas y largas. En la unión del limbo y el tallo presenta una lígula, pero con carencia de estipulas. La lígula presenta una forma oval y de color blanquecino; su borde libre es dentado, el limbo de la hoja es estrecho y largo de color oscuro; áspero al tacto y en la base lleva números pelos.

Inflorescencia: La inflorescencia es en panícula, es una espiguilla de dos a tres flores, situadas en largos pedúnculos.

Fruto: El fruto es en cariósido, con glumillas adheridas.

b) **Taxonomía:**

Reino: plantae

Clase: liliopsida

Orden: poales

Familia: graminea

Género: Avena

Especie: Avena sativa

c) Composición nutricional del forraje hidropónico de avena sativa

La composición nutricional del grano de avena es superior a comparación de otros cereales, al constituirse una fuente rica en aminoácidos, especialmente en lisina. El contenido en proteínas digestibles de la avena es superior en comparación al maíz, asimismo, presenta mayor cantidad de materia grasa en comparación a la cebada y trigo. En la siguiente tabla se muestra la composición nutricional del FVH de avena sativa.

Tabla 12

Composición nutricional de avena forrajera

Componentes		Avena sativa
Materia seca	%	38.50
Proteína cruda	%	10.90
F.D.N	%	34.14
Digestibilidad	%	59.63
N.D.T	%	59.42
Energía Metabolizable	%	2.15
Energía digestible	%	2.62

N.D.T.: Nutrientes Digestibles Totales
F.D.N.: Fibra Detergente Neutra

Fuente: (Flores, 2012, p. 55)

1.2.2.5. Arveja (*Pisum sativum* L)

a) Morfología

Tallo: Son trepadoras y angulosos; presentan tres variedades de crecimiento: enanas, de medio enrame y de enrame.

Hoja: Las hojas presentan foliolos y terminan en zarcillos, que tienen la propiedad de asirse a los tutores que encuentran en su crecimiento.

Vaina: Pueden llegar a medir de 5 a 10cm de largo y suelen tener de 4 a 10 semillas, están pueden presentar color y forma variable de acuerdo a la variedad.

Semillas: Presentan una ligera latencia; el peso promedio es de 0.2g/und; “el poder germinativo es de 3 años como máximo, siendo recomendable emplear para la siembra semillas menores de 2 años desde su recolección” (Cortes, 2011).

b) Taxonomía

Reino: plantae

Clase: magnoliopsodia

Orden: fabales

Familia: fabaceae

Género: Pisum

Especie: Pisum sativum L.

c) Composición nutricional del forraje hidropónico de arveja

Las arvejas son ricas en proteínas y carbohidratos, de reducido porcentaje de grasas, pero alta fuente de fibra.

Tabla 13

Composición nutricional de arveja

Componentes		Arveja
Humedad	%	79.58
Proteínas	%	4.87
Grasas	%	0.23
Carbohidratos	%	14.79
Cenizas	%	0.52
Energía	kcal	80.76
Fibra	%	1.71

Fuente: (Romero, 2017)

1.2.3. Valor nutritivo de alimentos concentrados

Los alimentos concentrados pueden clasificarse de acuerdo al tipo de nutrientes que mayormente aportan. Según su aporte pueden considerarse concentrados energéticos (maíz,

sorgo, aceites, grasas, melazas, etc.) y concentrados proteicos (soya, semilla de algodón, harina de sangre, gluten de maíz, etc.). En el caso de los alimentos concentrados, éstos pueden ser obtenidos directamente de las cosechas, o como subproductos industriales, tal como se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 14

Valor nutritivo de alimentos concentrados

PRODUCTO	MS	PC	FC	NTD	EN MCAL
ALIMENTICIO	%	%	%	%	MCAL/KG
Heno Alfalfa	92.00	13.00	30.00	47.80	1.05
Pasto Bahía	88.00	8.00	29.00	42.00	0.94
Plátano Seco	83.00	4.50	3.40	61.40	1.40
Grano de Cebada	89.00	11.60	6.00	76.00	1.70
Pasto Bermuda antes Floración	89.00	14.00	24.00	49.00	1.08
Pasto Bermuda en Floración	89.00	7.00	32.00	38.00	0.80
Trébol antes Floración	92.00	15.00	28.00	54.00	1.20
Harina de sangre	89.00	80.00	1.00	60.00	1.30
Grano seco de Cervecería	92.00	25.60	16.00	62.00	1.40
Grano húmedo de Cervecería	20.00	5.20	3.00	13.70	0.31
Pasto Bromo antes Floración	89.00	14.20	26.70	60.50	1.37
Pasto Bromo en Floración	89.00	8.90	33.00	52.50	1.17
Pulpa de Cítricos	90.00	6.20	13.00	76.00	1.70
Maíz Molido	89.00	8.90	2.30	72.00	1.65
Gluten de Maíz	90.00	22.00	8.00	75.00	1.72
Ensilaje de Maíz	35.00	2.50	8.00	20.00	0.45
Rastrojo Molido de Maíz	85.00	5.00	29.00	42.50	0.93
Semilla de algodón (entera)	93.00	21.00	24.00	91.00	2.07
Semilla de algodón (harina)	94.00	41.00	12.50	72.00	1.68
Aceite vegetal	99.00	0.00	0.00	175.00	5.70
Pasto festucae antes de Floración	89.00	18.00	21.00	57.00	1.20
Pasto festucae en Floración	89.00	10.80	24.40	46.00	1.03
Harina de pescado	92.00	62.00	1.00	71.00	1.54
Avena Grano	89.00	12.00	12.00	68.00	1.50
Pasto Orchard antes Floración	89.00	13.30	27.60	57.80	1.31
Pasto Orchard en Floración	89.00	7.50	33.00	48.10	1.07

Pasto Pangola	86.00	7.50	31.80	43.00	0.97
Harina de Cacahuete	91.00	45.00	7.00	77.00	1.73
Pollinaza	89.00	24.90	11.60	48.00	1.05
Salvado de arroz	90.00	13.00	13.00	68.00	1.54
Pasto Rye Grass antes Floración	90.00	13.70	17.70	61.20	1.40
Pasto Rye Grass en Floración	90.00	5.40	31.50	52.20	1.10
Sorgo Grano	89.00	10.50	2.40	76.00	1.71
Soya Harina	89.00	42.00	6.80	75.60	1.80
Paja (Trigo, Cebada y avena)	91.00	3.20	38.00	40.00	0.80
Bagazo de Caña	91.00	1.90	39.20	25.50	0.51
Girasol Harina	92.00	45.00	11.00	70.00	1.60
Trigo Grano	89.00	11.00	2.50	79.00	1.80

MS: Materia Seca, **PC:** Proteína Cruda, **FC:** Fibra Cruda, **NDT:** Nutrientes Digestibles Totales, **EN:** Energía Neta y **MCAL:** Mega Calorías

Fuente: (López et al., 2009)

1.2.4. Importancia de la calidad de las semillas

1.2.4.1. Pureza. “Los granos a emplearse en el cultivo deben estar libre de materia inerte que incluye tierra, paja, glumas, insectos o parte de ellos” (Lallana, Garcia y Elizalde, 2011, p. 55).

1.2.4.2. Germinación. Debe de emplearse semillas que logren una rápida y uniforme germinación, para conseguir una adecuada emergencia y cobertura de las bandejas. Es importante que la semilla presente un alto poder germinativo. “El poder germinativo, es el porcentaje de semillas que germinó y desarrollo plántulas normales, cuando estas se colocaron en condiciones ambientales óptimas para su desarrollo” (Lallana, Garcia y Elizalde, 2011, p. 57).

1.2.4.3. Viabilidad. La viabilidad de la semilla, hace referencia si su embrión está vivo o no, es decir, si la semilla presenta la capacidad de germinar y generar una plántula normal. “La proporción de semillas capaces de germinar disminuye progresivamente al pasar el tiempo, asimismo, pueden afectar las condiciones de almacenamiento, manipuleo durante la cosecha y el

medio de transporte empleado afectan la viabilidad de la semilla en la medida que se daña la testa” (Lallana, Garcia y Elizalde, 2011, p. 62).

1.2.4.4. Longevidad. Es el tiempo que las semillas se encuentran viables. Se puede encontrar con semillas que germinan después de decenas o centenas de años y esto se puede dar en semillas que presentan una cubierta seminal dura. “Pero se puede decir que la longevidad promedio de las especies oscila en 5 y 25 años” (Perez y Pita, 2001).

1.2.4.5. Vigor. Según Lallana, Garcia y Elizalde, (2011) menciona que “la condición de un lote de semillas con capacidad para producir plántulas en un amplio rango de condiciones ambientales” (p. 65). Las semillas deben germinar en situaciones de siembra desfavorables. El lote debe tener un buen estado sanitario y viabilidad que asegure un buen comportamiento en el campo.

1.2.5. Principales animales que son alimentados con forraje verde hidropónico

1.2.5.1. Cuy (*Cavia porcellus*).

a) Origen

Es un mamífero roedor oriundo de la zona de América del Sur. Las pruebas existentes indican que el cuy fue domesticado hace 2500 a 3600 años. Antiguamente antes del imperio incaico los nativos criaban este roedor en cautiverio y utilizaban su carne para su alimentación cotidiana.

Los primeros conquistadores los hallaban distribuidos a lo largo de los andes y los llamaron “conejiños de indias”, se convirtieron en el compañero doméstico y de utilidad ancestral que participaba en la vida diaria de los aborígenes.

El descubrimiento de pellejos y huesos de cuyes enterrados con restos humanos en las tumbas de América del Sur son una muestra de la existencia y utilización de esta especie en épocas

precolombinas. “Esto demuestra que la carne de cuy juntamente con la de venado fueron utilizados por los ejércitos conquistadores en Colombia” (Pulgar, 1952).

b) Descripción zoológica

En la escala zoológica se ubica al cuy dentro de la siguiente clasificación según Chauca (1997):

- **Reino:** Animal
- **Subreino:** Metazoos
- **Tipo:** Cordados
- **Subtipo:** Vertebrados
- **Clase:** Mamíferos
- **Subclase:** Placentarias
- **Orden:** Rodentia
- **Suborden:** Hystricomorpha
- **Familia:** Caviidae
- **Género:** Cavia
- **Especie:** Cavia porcellus Linnaeus
 - Cavia apereá Erxleben
 - Cavia apereaaperea Lichtenstein
 - Cavia cutleri King
 - Cavia cobaya

c) Alimentación y nutrición

▪ **Alimentación con forraje:** El cuy es una especie herbívora mono gástrica, su alimentación se basa en forraje verde y ante la administración de diferentes tipos de alimento,

siempre muestra preferencia por el forraje. Las leguminosas por su calidad nutritiva, actúan como una excelente fuente de nutrientes, pese a que en muchos casos la capacidad de ingestión que tiene el cuy, no le permite satisfacer sus requerimientos nutritivos. Las gramíneas, poseen menor valor nutritivo por lo que es preferible combinar especies de gramíneas y leguminosas, de esta manera potenciar a las primeras.

Los “forrajes deben incorporarse como base en todas las dietas de los cuyes, ya que estas brindan un efecto beneficioso por su contribución de celulosa y constituyen una gran fuente de agua y vitamina C, que son empleados por los cuyes para cubrir sus necesidades” (FAO, 2002).

La alimentación con forraje verde es muy beneficioso para los animales menores, porque compone una gran fuente de la mayoría de vitaminas y fundamentalmente de las vitaminas del complejo B, aunque hace notar que los cambios bruscos de la alimentación causan un desacomodo y destrucción de la flora intestinal por lo que la sustitución se debe realizar de forma progresiva, para lo cual se debe de utilizar de 5 a 8 días como mínimo para realizar este cambio, cuando el cambio se va realizar entre forrajes de la misma especie el proceso resulta ser más fácil pero cuando el cambio se va realizar de una gramínea a una leguminosa se debe tener mucho cuidado ya que un cambio violento puede ocasionar ciertas variaciones del meteorismo al ciego. “La cantidad de forraje verde que consumen los cuyes cuando estos se encuentran en la etapa de crecimiento y engorde es de 150 a 250 gramos por día” (Chauca, 1997, p. 47).

- **Alimentación mixta:** El alimento verde no está disponible constantemente a lo largo de todo el año, hay meses en el cual hay mayor producción y épocas de escasez por falta de agua de lluvia o de riego. “Es en estos casos en donde la alimentación de los cuyes se torna crítica, haciendo que se tenga que estudiar distintas alternativas, entre ellas el uso de concentrado, granos

o subproductos industriales como el afrecho de trigo o residuo seco de cervecería que se usan como suplemento al forraje” (Chauca, 1997, p. 52).

El cuy como todo ser vivo tiene necesidades de alimentación para su mantenimiento y producción, se requiere conocer la forma de cómo hacerlo para poder obtener resultados favorables. “Los cuyes pueden desarrollarse con raciones exclusivamente de forraje, pero en función de reproducción y producción de carne se requiere del empleo de una ración balanceada que nos brinde un alto contenido de proteína y elementos nutricionales” (Caicedo, 1993).

- **Alimentación con concentrado:** Emplear concentrado como único alimento, implica preparar una buena ración para poder satisfacer los requerimientos nutricionales de los cuyes. Bajo estas condiciones el consumo por animal al día se incrementa, pudiendo estar entre 40 60 gramos por animal al día, esto dependiendo de la calidad de la ración. “El porcentaje mínimo de fibra debe ser 9% y el máximo 18%. Bajo este sistema de alimentación debe emplearse diariamente vitamina C” (Chauca, 1997, p. 55).

1.2.5.2. Conejo (*Oryctulagus cuniculus*). Son animales herbívoros, cubierto de pelos que los protegen del frío y evitan agresiones a la piel. Son vivíparos, debido a que la fecundación es interna y el desarrollo del embrión se realiza en el interior del progenitor, dentro de un órgano especial el útero que es doble, da crías vivas; asimismo, presentan glándulas mamarias para poder amamantar a sus crías.

a) Alimentación con forraje

El conejo es una especie herbívora, la alimentación con forraje verde hidropónico de buena calidad, es factible para la producción equilibrada, porque compone una gran fuente de la mayoría de vitaminas y fundamentalmente de las vitaminas del complejo B. “La alimentación de

conejos con forraje verde hidropónico de gramínea es más ventajosa que una leguminosa. Por lo que se recomienda el uso de FVH de gramíneas para animales menores” (Oriol et al. (s.f.)).

1.2.5.3. Ovino (*Ovis aries*). Los ovinos se encuentran a nivel de toda la región del Perú, pero sobre todo en las zonas alto andinas a nivel de crianzas familiares.

Las ovejas de la sierra son de variados colores como negro, marrón, varios tonos de gris y blanco. Son de bajo nivel en relación a producción de lana y carne. Se han reportado valores promedio de peso de vellón de 1.5 kg., peso vivo de 27kg para ovejas y 35kg para carneros. Actualmente este tipo de ovino se encuentra distribuida en todo el territorio peruano y especialmente en las zonas alto andinas.

Los “ovinos son rumiantes y su alimentación es a base de pasto seco de bajo valor en proteínas o pasto fresco igual al 15% de su peso vivo, deben contar con libre acceso al agua, los minerales también son importantes la sal preferiblemente yodada, debe ser suministrada en bloques colocados en el corral para su libre consumo” (MINAGRI, s.f.).

a) Alimentación con forraje

Los ovinos pueden ser alimentados con forraje verde hidropónico de maíz o sorgo, ya que es una especie que requiere cantidades muchos mayores a las de un conejo o cuy, en tanto que, es necesario una cantidad considerable de material seco. “El empleo de FVH en la alimentación de ovinos presenta resultados favorables en su alimentación, ya que, pueden alcanzar pesos superiores y menos engrasa miento a comparación de un ovino alimentado con pastoreo” (Huerta, s.f.).

1.2.5.4. Alpaca (*Lama pacos*). Las alpacas pertenecen a la familia de los camélidos, la misma que engloba a las llamas, vicuñas y guanacos.

Generalmente las alpacas son de cabeza pequeña, presentan una hendidura en el labio superior, cuello largo, orejas puntiagudas y largas, piernas largas y cola corta, asimismo presentan diferentes colores y pelajes de acuerdo a la raza.

Las alpacas alto andinas miden entre 90 a 95cm de alto hasta los hombros, y pueden alcanzar a pesar entre 110 y 155 libras. Presentan un pelaje grueso para poder sobrevivir los descensos de temperatura de las zonas alto andinas.

Las alpacas son animales domésticos fáciles de cuidar. Rumiantes y su alimentación es a base de pasto seco de bajo valor en proteínas o pasto fresco. Son animales que no requieren terrenos espaciosos para su crianza, ya que pueden vivir tranquilamente de 6 a 12 alpacas en un terreno de 0.5Has. no requieren de mucha agua, pero deben tenerla siempre disponible. “Las alpacas como las llamas son consideradas como ganadería autóctona de la zona alta andina y en especial de la región de Huancavelica” (Mena, 2012).

a) Alimentación con forraje

La alpaca es un animal herbívoro rumiante, pueden ser pastoreadas y en épocas de sequía pueden consumir forrajes de bajos niveles de calidad y digestibilidad gracias a su eficiente aparato digestivo a comparación de otros animales. “La alpaca puede consumir forraje verde hidropónico de gramíneas ya que presentan un alto valor proteico acorde a su alimentación” (Engormix, 2011, p. 20).

1.2.5.5. Llama (Lama glama). La llama es un mamífero sudamericano domesticado, descendiente del guanaco. La llama posee un cuello largo y delgado, presentan pelaje grueso que los protegen de frío de los andes, podemos encontrar de colores como beige, blanco y marrón rojizo. “El rostro es estrecho con orejas redondas con un labio superior hendido. Sus patas estas provistas de dos dedos con almohadilla gruesa en la planta” (BioEnciclopedia, s.f.).

a) Alimentación con forraje

Su alimentación se basa en áreas de pasturas y puede ser suplementado en épocas de sequía con granos. Este suplemento puede ser de forraje verde hidropónico de maíz, cebada o soya, ya que son muy suaves para las llamas y de alto valor proteico. “Es importante recordar que a comparación de otros rumiantes e incluso de la oveja, son mejores convertidores de alimentos” (Engormix, 2011, p. 20).

1.2.5.6. Vaca (*Bos primigenus taurus*). La vaca es un animal herbívoro rumiante, presentan piel dura y pelo corto, cabeza grande y maciza, pueden presentar cuernos o no, pezuña hendida; “asimismo, presenta un hocico ancho y desnudo, cola larga con un mechón en el extremo. Son animales de gran talla y muchos de ellos están reducidos a domesticidad” (RAE, s.f.).

a) Alimentación con forraje

La alimentación de los vacunos es factible empleando el forraje verde hidropónico de buena calidad, complementando con alimento concentrado. Con forraje de buena calidad, el consumo total de energía tiende a nivelarse al máximo cuando la proporción de concentrado de la dieta se acerca al 40% del consumo total. “Con forraje de regular calidad, el concentrado debe ser el 60% de la materia seca total, para nivelar la energía requerida. Se recomienda el uso de gramíneas para la producción de FVH” (Almeyda, 2013).

1.2.5.7. Cerdo (*Sus scrofa domesticus*). El cerdo es un mamífero artiodáctilo del grupo de los suidos, es mono gástrico, omnívora, “presenta una piel gruesa, de patas cortas y cabeza grande, se crían en domesticidad para aprovechar su cuerpo en la alimentación humana y en otros usos” (RAE, s.f.).

a) Alimentación con forraje

La alimentación de cerdos, por parte de los pequeños y medianos productores se basa en granos, desperdicios de cosechas y residuo de comidas.

El problema es que estos alimentos no presentan el valor nutritivo requerido. Los cerdos son animales mono gástricos y requieren que su alimento contenga entre 16 a 18% de proteína, un nutriente esencial para poder ganar peso. Cuando la ración diaria no contiene esta cantidad de nutrientes los cerdos demoran mucho más tiempo para poder alcanzar su peso apropiado para su sacrificio; asimismo, las cerdas mal alimentadas tardan mayor tiempo en quedar preñadas, producen menos crías y producen menor leche, en tanto, retardando el normal desarrollo de las crías

La alimentación de cerdos con forraje verde hidropónico de leguminosas presenta menores costos de inversión en alimentación y la producción de carne de mejor calidad. “El FVH de leguminosas presenta un contenido de proteínas entre 14 a 21% y una digestibilidad de 80%” (Rodríguez et al. (s.f.)).

CAPÍTULO II

PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO EN ANGARAES

2.1. Ubicación y localización

Según Instituto Nacional de Estadística e Informática (2007), distrito de Lircay se encuentra ubicado y localizado en: (Ver Anexo 01).

Región : Huancavelica

Provincia : Angaraes

Distrito : Lircay

Zona : 18L

Coordenada Este : 530084.8 m E

Coordenada Sur : 8563732.3 m S

El distrito de Lircay, se encuentra ubicada geográficamente en:

Región : Quechua

Altitud : 3200 m.s.n.m.

Latitud : 12°59'31.21"S

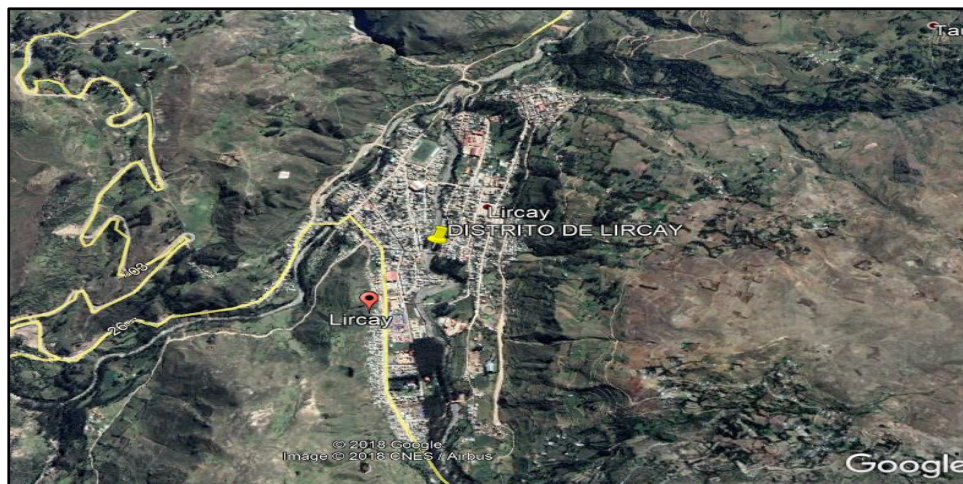
Longitud : 74°43'21.29"O

Temperatura : 12 °C

Humedad Relativa : 60%

Figura 1

Vista satelital del Distrito de Lircay.



Fuente: (Google Earth, 2021)

2.2. Superficie

La provincia de Angaraes comprende una superficie de 1,959.03 km² (9% del territorio superficial de la región de Huancavelica).

Tabla 15

Superficie y altitud por Distritos de la provincia de Angaraes

Distrito	Superficie Km2	Altitud m.s.n.m.
Anchonga	72.40	3298.00
Callanmarca	26.02	3525.00
Congalla	215.64	3523.00
Chincho	182.70	3134.00
Cochaccasa	116.60	4150.00
Huanca Huanca	109.96	3567.00
Huayllay Grande	33.28	3625.00
Julcamarca	48.61	3418.00
Lircay	818.84	3278.00
Santo Tomas de Pata	133.57	3156.00
San Antonio de Antaparco	33.42	2771.00
Seclla	167.99	3340.00

Fuente: (Municipalidad Provincial de Angaraes, 2016)

En la tabla anteriormente mostrada se puede observar que el distrito de Lircay presenta una mayor superficie a comparación a los demás distritos, por tal motivo mayor interés.

2.3. Población

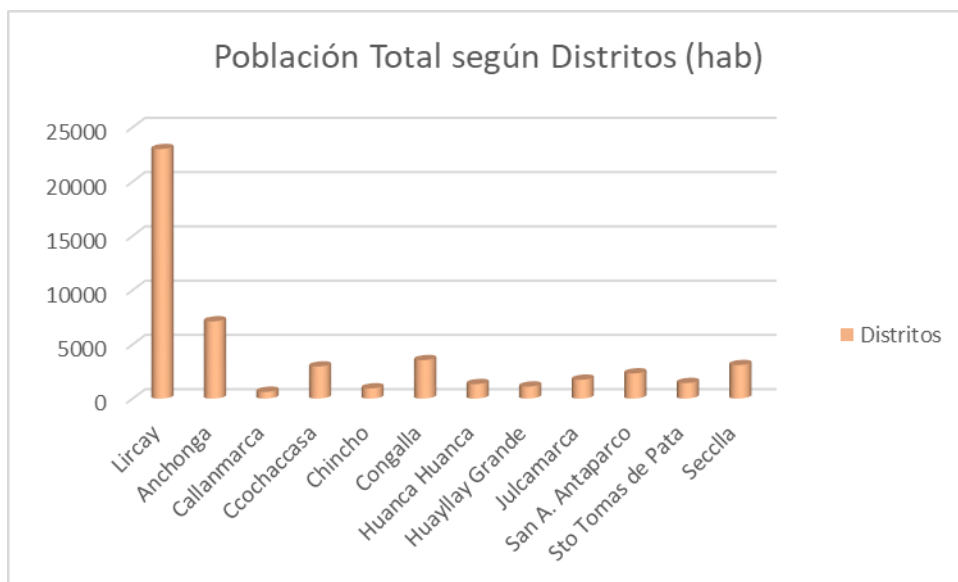
La población actual del Distrito de Lircay asciende, según información brindada por el INEI 2017, a 22,991 habitantes, con un crecimiento de tasa poblacional de 0.68%, siendo considerado como uno de los distritos con mayor población a nivel de la provincia de Angaraes, lo cual refleja una mayor demanda por parte de los habitantes a servicios de educación, alimentación y servicios básicos que tendrá que ser atendidos por el sector público y privado.

Tabla 16

Población por Distritos de la provincia de Angaraes

Distritos	Población total	Varones	Mujeres
Lircay	22991	11013	11978
Anchonga	7115	3507	3608
Callanmarca	625	290	335
Ccochaccasa	2956	1501	1455
Chincho	943	472	471
Congalla	3544	1662	1882
Huanca Huanca	1337	613	724
Huayllay Grande	1111	543	568
Julcamarca	1736	891	845
San A. Antaparco	2323	1153	1170
Sto Tomas de Pata	1436	700	736
Secclla	3090	1569	1521
Total Prov.	49207	23914	25293
Angaraes			

Fuente: (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018)

Figura 2*Población total según Distritos*

Fuente: (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018)

2.4. Características socioeconómicas

En la provincia de Angaraes se desarrollan diversas actividades entre ellos: agricultura, ganadería, minería, piscicultura, industria, artesanía, turismo, comercio, de las cuales la agricultura y la ganadería representan una mayor repercusión.

2.4.1. Actividad agrícola

La provincia de Angaraes cuenta con una producción diversa por la diversidad de pisos ecológicos que presenta, asimismo, las condiciones climáticas son favorables para la producción de diversidad de cultivos. En la zona los cultivos de mayor predominancia son: papas, arvejas y cereales, y de manera regular haba, entre otros. El producto de mayor comercialización es la arveja.

Sin embargo, la producción de algunos vegetales es para el autoconsumo, debido a que la producción se realiza en mayor proporción en superficie de secano (16,194 has) mientras que bajo riego en una superficie de 1,773.08 has.

2.4.2. Superficie agrícola de la provincia de Angaraes por Distritos

Tabla 17

Superficie agrícola de la Provincia de Angaraes

Distritos	Superficie Agrícola (Has)			N° de Unidad Agropec.
	Total	Bajo riego	En secano	
Lircay	6078.31	240.33	5837.98	3388
Anchonga	3231.16	110.66	3120.5	1143
Callanmarca	1091.96	128.34	963.62	281
Ccochaccasa	415.07	15.98	399.09	410
Chincho	562.43	353.05	209.38	349
Congalla	1700.13	134.85	1565.28	1086
Huanca Huanca	314.74	12.94	301.8	267
Huayllay Grande	425.71	77.46	348.25	234
Julcamarca	1337.75	115.39	1222.36	411
San A. Antaparco	597.68	64.58	533.1	219
Santo Tomas de Pata	693.49	302.59	390.9	318
Seclla	1518.65	216.91	1301.74	585
Total	17967.08	1773.08	16194	8691

Fuente: (Dirección Regional Agraria, 2018)

Tabla 18

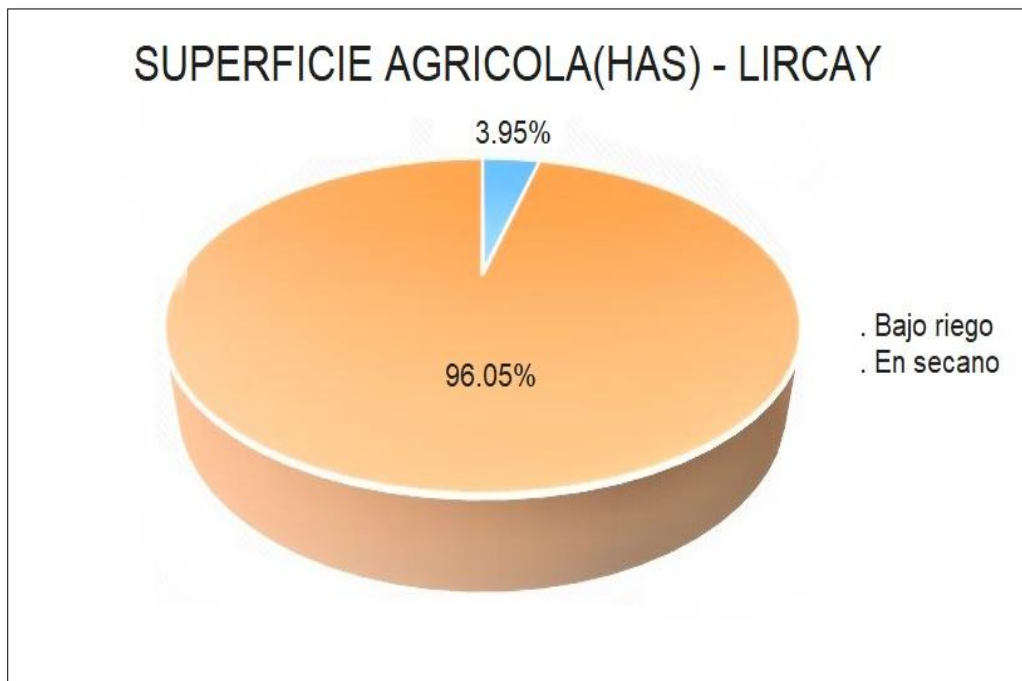
Superficie agrícola (has) – Distrito de Lircay

SUPERFICIE AGRICOLA (HAS)		
LIRCAY		
Descripción	Cantidad	Porcentaje(%)
Bajo riego	240.33	3.95
En secano	5837.98	96.05
Total	6078.31	100.00

Fuente: (Dirección Regional Agraria, 2018)

Figura 3

Superficie Agrícola (Has) – Distrito de Lircay



Fuente: (Dirección Regional Agraria, 2018)

En la tabla se puede observar que el distrito de Lircay presenta una superficie agrícola de 5,837.98 Has que es abastecido por lluvias y solo 240.33 Has son abastecidos para el sistema de riego por aspersión e inundación. Respecto a lo mencionado podemos afirmar que la mayor parte de la superficie agrícola de Lircay es abastecida en secano, es decir que los productores de la zona esperan las épocas de lluvias diciembre a marzo para cultivar. Por tal motivo que la producción es una sola vez al año, generando una producción para el autoconsumo y en algunos casos volúmenes pequeños que no pueden ser llevados a los mercados.

2.4.3. Superficie no agrícola de la provincia de Angaraes por Distritos

Tabla 19

Superficie no agrícola de la Provincia de Angaraes

SUPERFICIE NO AGRICOLA (HAS)						
Distritos	Total	Total	Manejados	No Manejados	Montes y Bosques	Otras tierras
Lircay	29781.43	25275.08	201.18	25073.9	1016.71	3489.64
Anchonga	3722.68	3520.45	22.69	3497.76	2.81	199.42
Callanmarca	1344.23	1314.64	6.75	1307.89	17.92	11.67
Cochaccasa	8672.12	8604.38	12.56	8591.82	2.3	65.44
Chincho	10488.08	1611.79	7.35	1604.44	2356.44	6519.85
Congalla	16085.52	9191.54	51.43	9140.11	6289.68	604.3
Huanca						
Huanca	5481.55	2742.47	18.19	2724.28	1098.42	1640.66
Huayllay						
Grande	2097.86	2056.02	9.77	2046.25	15.26	26.58
Julcamarca	2162.26	1501.38	7.57	1493.81	432.62	228.26
San A.						
Antaparco	929.65	460.2	18.94	441.26	288.38	181.07
Sto Tomas de						
Pata	1788.57	1652.06	2.25	1649.81	59.01	77.5
Secclla	12931.34	12030.35	2.87	12027.48	451.06	449.93
TOTAL	95485.29	69960.36	361.55	69598.81	12030.61	13494.32

Fuente: (Dirección Regional Agraria, 2018)

Tabla 20

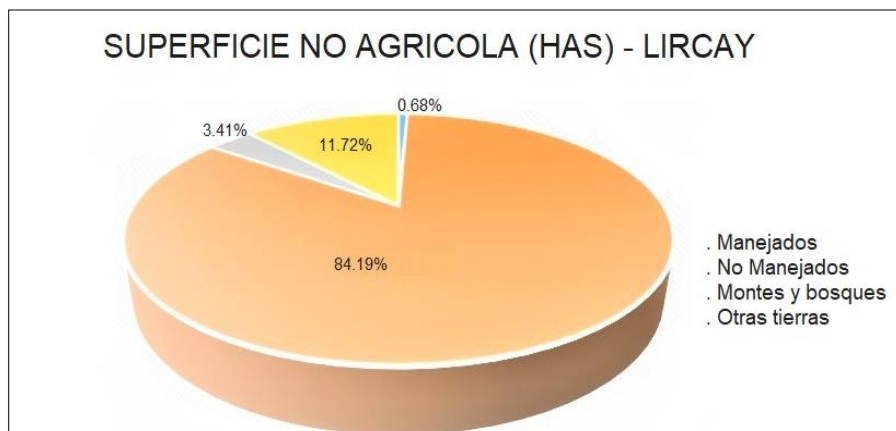
Superficie no agrícola (has) –Distrito de Lircay

SUPERFICIE NO AGRICOLA (HAS)		
LIRCAY		
Descripción	Cantidad	Porcentaje(%)
Manejados	201.18	0.68
No Manejados	25073.9	84.19
Montes y bosques	1016.71	3.41
Otras tierras	3489.64	11.72
Total	29781.43	100.00

Fuente: (Dirección Regional Agraria, 2018)

Figura 4

Superficie no Agrícola (Has) – Distrito de Lircay



Fuente: (Dirección Regional Agraria, 2018)

En la tabla se puede observar que el distrito de Lircay presenta una superficie no agrícola de 29,781.43 Has, el cual comprende 201.18 has de superficie manejado, 25,073.9 has de superficie no manejado, 1,016.71 has de montes y bosques, y 3,789.43 has de otras tierras. La superficie no agrícola hace referencia a terrenos donde no es posible el desarrollo de agricultura, a menos que presente un mejoramiento de suelo para que pueda ser cultivado.

2.4.4. Superficie de terreno del Distrito de Lircay

Tabla 21

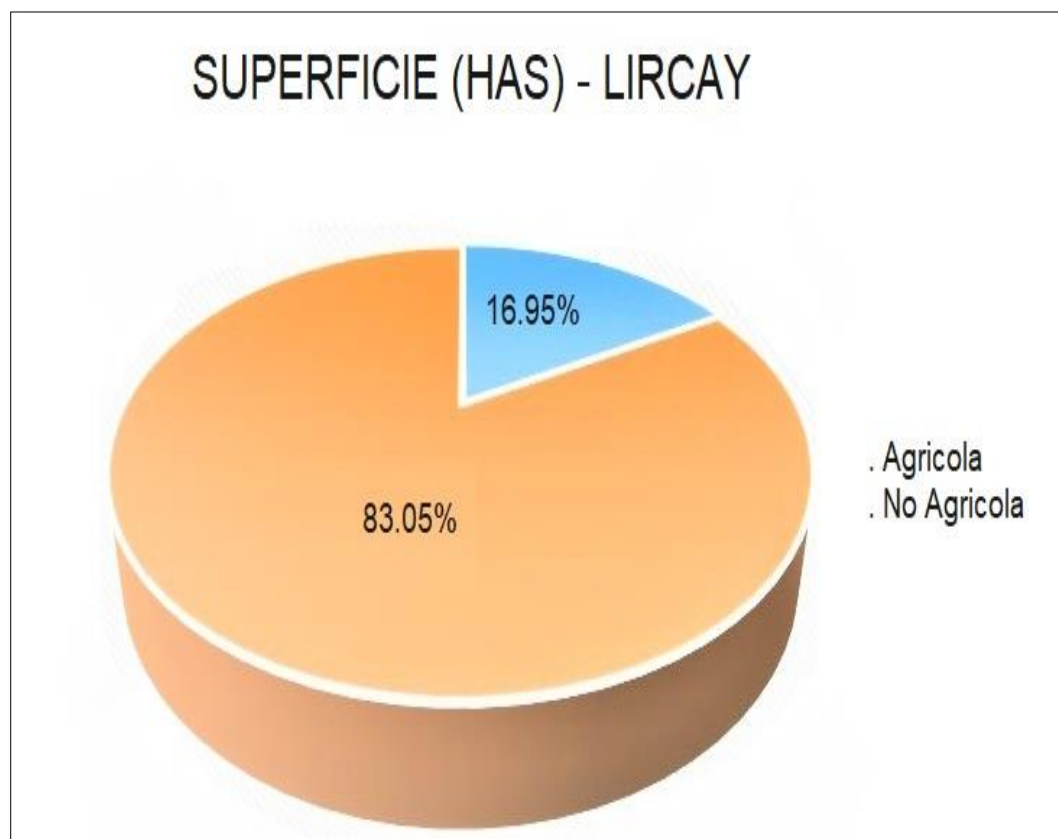
Superficie (has) – Distrito de Lircay

SUPERFICIE (HAS) LIRCAY		
Descripción	Cantidad	Porcentaje(%)
Agrícola	6078.31	16.95
No Agrícola	29781.43	83.05
Total	35859.74	100.00

Fuente: (Dirección Regional Agraria, 2018)

Figura 5

Superficie de terreno (Has) – Distrito de Lircay



Fuente: (Dirección Regional Agraria, 2018)

En la tabla se puede observar que el distrito de Lircay presenta una superficie agrícola de 6,078.31 Has el cual corresponde 16.95% de la superficie del terreno del distrito de Lircay y una superficie no agrícola de 29,781.43 Has el cual corresponde a 83.05% de la superficie del terreno del distrito de Lircay.

En la superficie agrícola se cultivan: Achita, Quiwicha, Amaranto, ajo, alcachofa, alfalfa, arveja, café, camote entre otros.

2.4.5. Superficies cosechadas de la provincia de Angaraes por Distritos de pastos cultivados

Tabla 22

Superficies cosechadas por distritos en la provincia de Angaraes (Has) de pastos cultivados

Distritos	Alfalfa
Lircay	34
Anchonga	47
Callanmarca	0
Ccochaccasa	155
Chincho	102
Congalla	18
Huanca Huanca	9
Huayllay Grande	25
Julcamarca	54
San A. Antaparco	19
Santo Tomas de Pata	13
Secclla	59
Total	535

Fuente: (Dirección Regional Agraria, 2018)

En la tabla se puede observar que el distrito de Lircay presenta 34 Has de superficie cosechada de alfalfa. Respecto a lo diferido podemos afirmar que el distrito de Lircay presenta una producción media de pastos cultivados “alfalfa”, el cual es empleado para la alimentación de animales menores tales como: cuyes, conejos, gallinas entre otros y animales mayores como: vacunos, ovinos, caprinos y porcinos.

La producción de pastos cultivados “alfalfa” son específicamente para compensar la demanda alimenticia de animales menores y mayores en épocas de baja producción de pastos naturales. La producción por exceso es llevada a ferias donde son vendidos a precios cómodos para aquellas personas y granjas que desarrollan la producción pecuaria de animales menores y mayores en baja y media escala.

2.4.6. Superficies cosechadas de la Provincia de Angaraes por Distritos de cereales como materia prima para la producción de FVH.

Tabla 23

Superficies cosechadas por distritos en la provincia de Angaraes (Has) de cereales como materia prima para producción de FVH.

Distritos	Cebada Grano	Maiz amiláceo	Trigo	Arveja en verde
Lircay	479	97	378	32
Anchonga	57	101	25	89
Callanmarca	0	48	0	0
Cochaccasa	37	176	62	35
Chincho	202	139	80	57
Congalla	68	25	11	66
Huanca Huanca	62	137	31	65
Huayllay Grande	69	89		25.5
Julcamarca	161	25	93.5	155
San A. Antaparco	17	68	14	4
Santo Tomas de Pata	65	31	18	25
Secclla	56	23	24	55.5
Total	1273	959	736.5	609

Fuente: (Dirección Regional Agraria, 2018)

En la tabla se puede observar que el distrito de Lircay presenta 479 Has de superficie cosechada de cebada, 97 Has de cosecha de maíz amiláceo, 378 Has de cosecha de trigo y 32 Has de cosecha de arveja en verde. Respecto a lo diferido podemos afirmar que el distrito de Lircay presenta una alta producción de cereales, específicamente granos de cebada, maíz amiláceo y trigo.

Debido a su alta producción de cereales, es posible la producción de forraje verde hidropónico, haciendo uso de los granos de cebada, maíz amiláceo y trigo, para la alimentación de los animales domésticos como: cuyes, ovinos, alpacas, llamas, vacunos entre otros. Gónzales, Ceballos y Benavides (2015), demostraron que el FVH a base de maíz presenta un alto

rendimiento, en similar línea Sánchez, Moreno, Contreras y Morales (2013) demostraron “que el FVH es una alternativa técnica y económicamente viable para la alimentación de ganado ovino con el propósito de engorde”; asimismo, Jorge y Romero (2017) “encontraron que el uso de FVH es significativamente rentable para la producción de cuyes”.

2.4.7. Volumen de producción agrícola de la provincia de Angaraes por Distritos de pastos cultivados

Tabla 24

Volumen de producción por Distritos en la provincia de Angaraes (Tn) de pastos cultivados

Distritos	Alfalfa
Lircay	208.99
Anchonga	492.96
Callanmarca	0.00
Ccochaccasa	6699.54
Chincho	1014.68
Congalla	229.73
Huanca Huanca	134.25
Huayllay Grande	532.45
Julcamarca	585.04
San A. Antaparco	315.88
Santo Tomas de Pata	199.93
Secclla	653.68
Total	11067.13

Fuente: (Dirección Regional Agraria, 2018)

En la tabla se puede observar que el distrito de Lircay presenta 208.99 tm de producción de alfalfa. Respecto a lo diferido podemos afirmar que el distrito de Lircay presenta una producción media de pastos cultivados “alfalfa”, el cual es empleado para la alimentación de animales menores tales como: cuyes, conejos, gallinas entre otros y animales mayores como: vacunos, ovinos, caprinos y porcinos.

La producción de pastos cultivados “alfalfa” son específicamente para compensar la demanda alimenticia de animales menores y mayores en épocas de baja producción de pastos naturales. La producción por exceso es llevada a ferias donde son vendidos a precios cómodos para aquellas personas y granjas que desarrollan la producción pecuaria de animales menores y mayores en baja y media escala.

2.4.8. Volumen de producción agrícola de la provincia de Angaraes por Distritos de cereales como materia prima para la producción de FVH

Tabla 25

Volumen de producción por Distritos en la provincia de Angaraes (Tn) de cereales como materia prima para producción de FVH

	Cebada Grano	Maíz amiláceo	Trigo	Arveja grano verde
Lircay	721.00	148.56	594.00	108.00
Anchonga	87.50	149.00	37.25	306.20
Callanmarca	0.00	76.00	0.00	0.00
Cochaccasa	57.00	273.00	93.50	114.70
Chincho	310.00	210.00	121.00	205.00
Congalla	103.00	38.00	17.00	230.50
Huanca Huanca	93.00	205.00	49.50	226.00
Huayllay Grande	107.00	134.69	0.00	61.00
Julcamarca	250.00	37.52	144.48	540.00
San A. Antaparco	25.30	103.50	22.00	14.00
Sto Tomas de Pata	98.00	47.00	26.70	87.00
Secella	80.00	35.50	36.00	189.00
Total	1931.8	1457.77	1141.43	2081.4

Fuente: (Dirección Regional Agraria, 2018)

En la tabla se puede observar que el distrito de Lircay presenta un volumen de producción de 721 Tm de cebada grano, 148.56 Tm de maíz amiláceo, 594 Tm de trigo y 108 Tm de arveja grano verde. Respecto a lo diferido podemos afirmar que el distrito de Lircay

presenta una alta producción de cereales, específicamente granos de cebada, maíz amiláceo y trigo.

2.4.9. Rendimiento de cultivos de la provincia de Angaraes por distritos de pastos cultivados

Tabla 26

Rendimiento de cultivos por Distritos en la Provincia de Angaraes (Tm/has) de pastos cultivados

Distritos	Alfalfa
Lircay	6.15
Anchonga	10.49
Callanmarca	
Cochaccasa	43.22
Chincho	9.95
Congalla	12.76
Huanca Huanca	14.92
Huayllay Grande	21.30
Julcamarca	10.83
San A. Antaparco	16.63
Santo Tomas de Pata	15.38
Seclla	11.08
Angaraes	20.69

Fuente: (Dirección Regional Agraria, 2018)

En la tabla se puede observar que el distrito de Lircay presenta un rendimiento de cultivo de 6.15 tm/has. Respecto a lo diferido podemos afirmar que el distrito de Lircay presenta una superficie de rendimiento medio para la producción de pastos cultivados como “alfalfa”, el cual es empleado para la alimentación de animales menores tales como: cuyes, conejos, gallinas entre otros y animales mayores como: vacunos, ovinos, caprinos y porcinos.

2.4.10. Rendimiento de cultivos de la provincia de Angaraes por Distritos de cereales como materia prima para la producción de FVH

Tabla 27

Rendimiento de cultivos por Distritos en la provincia de Angaraes (Tm/Has) de cereales como materia prima para producción de FVH

Distritos	Cebada Grano	Maíz amiláceo	Trigo	Arveja grano verde
Lircay	1.51	1.53	1.57	3.38
Anchonga	1.54	1.48	1.49	3.44
Callanmarca		1.58		
Ccochaccasa	1.54	1.55	1.51	3.28
Chincho	1.53	1.51	1.51	3.60
Congalla	1.51	1.52	1.55	3.49
Huanca Huanca	1.50	1.50	1.60	3.48
Huayllay Grande	1.55	1.51		2.39
Julcamarca	1.55	1.50	1.55	3.48
San A. Antaparco	1.49	1.52	1.57	3.50
Sto Tomas de Pata	1.51	1.52	1.48	3.48
Seclla	1.43	1.54	1.50	3.41
Angaraes	1.52	1.52	1.55	3.36

Fuente: (Dirección Regional Agraria, 2018)

En la tabla se puede observar que el distrito de Lircay presenta un rendimiento de cultivos de 1.51 Tm/has de cebada grano, 1.53 Tm/has de maíz amiláceo, 1.57 Tm/has de trigo y 3.38 Tm/has de arveja grano verde. Respecto a lo diferido podemos afirmar que el distrito de Lircay presenta una alta producción de cereales, específicamente granos de cebada, maíz amiláceo y trigo.

2.5. Actividad ganadera

La provincia de Angaraes presenta una mayor repercusión en cuanto a la producción pecuaria, en los diversos tipos con la característica de que sus productores pecuarios manejan rebaños mixtos en los que destaca el ganado criollo.

2.5.1. Población pecuaria por Distritos de la provincia de Angaraes año 2017

Tabla 28

Población pecuaria por distritos de la provincia de Angaraes año: 2017 (cabezas)

Distritos	Aves	Vacunos	Ovino	Porcino	Caprino	Alpaca	Llama	Cuy	Equino
Lircay	7185	5610	49675	2490	2170	27080	14025	27050	2605
Anchonga	3570	1750	12950	1810	795	995	1125	16665	1315
Callanmarca	1127	640	3200	420	205	140	110	4015	200
Ccochaccasa	2647	520	5625	505	350	1910	1810	7545	70
Chincho	3980	1990	8905	1185	4885	0	0	3700	670
Congalla	2635	2290	15365	2895	3545	830	1530	8115	990
Huanca Huanca	1400	390	6620	820	1515	1015	1445	2055	250
Huayllay Grande	1843	1265	1120	800	1215	270	555	3300	470
Julcamarca	2575	730	4185	580	2500	0	0	2605	255
San A. Antaparco	2585	660	3110	780	1900	0	0	1415	180
Santo Tomas de Pata	2378	605	430	545	2340	1595	1320	2375	195
Secclla	4030	1720	7120	1015	2145	2380	2825	9940	1365
TOTAL	35955	18170	118305	13845	23565	36215	24745	88780	8565

Fuente: (Dirección Regional Agraria, 2018)

En la tabla podemos observar que el distrito de Lircay presenta una alta producción pecuaria, específicamente en la producción de cuyes, ovinos y alpacas, y en cantidades menores aves, vacunos, porcinos, caprino, llamas y equinos. De este modo demandando grandes cantidades de alimentos para su subsistencia.

Acorde a la producción pecuaria y agrícola del distrito de Lircay es posible implementar nuevas metodologías para la alimentación de la población pecuaria haciendo uso de los

productos agrícolas de la zona. Respecto a lo mencionado es posible la producción de forraje verde hidropónico a base de cereales de mayor producción de la zona, tales como: la cebada, el trigo y el maíz amiláceo, con la finalidad de abastecer una alimentación de calidad a la población pecuaria de la zona, tales como: cuyes, ovinos, alpacas entre otros; de este modo mejorando la calidad del animal como los derivados provenientes del mismo.

2.5.2. Saca de especies pecuarias por Distritos de la provincia de Angaraes Año 2017

Tabla 29

Saca de especies pecuarias por Distritos de la provincia de Angaraes año: 2017 (cabezas)

Distritos	Aves	Ovino	Porcino	Vacuno	Caprino	Alpaca	Llama	Cuy	Equino
Lircay	2510	645	497	280	257	1839	1420	14905	45
Anchonga	2631	2029	658	191	223	132	134	8215	48
Callanmarca	1095	514	185	106	87	29	32	3350	37
Ccochaccasa	923	834	234	120	76	239	192	3355	22
Chincho	2009	915	457	208	677	0	0	2460	35
Congalla	1687	1907	800	202	572	159	200	6280	40
Huanca Huanca	1287	648	263	76	391	166	148	2433	32
Huayllay Grande	1613	360	297	128	286	75	83	3245	38
Julcamarca	1567	577	318	101	273	0	0	2793	29
San A. Antaparco	1914	384	164	78	248	0	0	2034	41
Santo Tomas de Pata	813	97	109	111	295	170	94	2751	28
Secclla	1752	1346	367	331	468	325	207	8880	28
TOTAL	19801	10256	4349	1932	3853	3134	2510	60701	423

Fuente: (Dirección Regional Agraria, 2018)

En la tabla podemos observar que en el distrito de Lircay se beneficiaron 2,510 aves, 645 ovinos, 497 porcinos, 280 vacunos, 257 caprinos, 1,839 alpacas, 1,420 llamas, 14905 cuyes y 45 equinos. Respecto a lo diferido podemos afirmar que existe una gran demanda de carne por parte de la población.

2.5.3. Volumen de producción de especies pecuarias por Distritos de la provincia de Angaraes Año 2017

Tabla 30

Volumen de producción de especies pecuarias por Distritos de la provincia de Angaraes Año: 2017 (Tm)

Distritos	Aves	Ovino	Porcino	Vacuno	Caprino	Alpaca	Llama	Cuy	Equino
Lircay	4.75	7.96	17.47	32.47	3.13	46.57	48.34	7.92	5.23
Anchonga	4.98	24.77	22.86	22.15	2.79	3.38	4.56	5.07	5.55
Callanmarca	2.12	6.27	6.28	12.31	1.07	0.73	1.14	1.9	4.36
Cochaccasa	1.53	10.5	7.83	13.74	0.97	6.18	6.54	2.06	2.54
Chincho	3.98	11.08	15.74	23.95	8.2	0	0	1.52	4.05
Congalla	3.34	23.3	27	23.25	7.15	4.07	6.76	3.63	4.64
Huanca Huanca	2.46	8.07	9.2	8.78	4.98	4.42	4.61	1.56	3.73
Huayllay Grande	3.09	4.42	10.01	14.79	3.5	1.92	2.83	1.8	4.4
Julcamarca	3.04	7.25	11.01	11.79	3.4	0	0	1.77	3.38
San Antaparco A.	3.66	4.77	5.71	8.93	3.02	0	0	1.36	4.78
Santo Tomas de Pata	1.58	1.24	3.69	12.87	3.59	4.38	3.29	1.73	3.28
Seclla	3.43	16.87	12.58	38.43	5.82	8.5	7.08	5.87	3.28
TOTAL	37.96	126.5	149.38	223.5	47.62	80.15	85.15	36.19	49.22

Fuente: (Dirección Regional Agraria, 2018)

En la tabla podemos observar que el distrito de Lircay presenta un volumen de producción de 4.75 Tm de carne de aves, 7.96 Tm de carne de ovino, 17.47 Tm de carne de porcino, 32.47 Tm de carne de vacuno, 3.13 Tm de carne de caprino, 46.57 Tm de carne de alpaca, 48.34 Tm de carne de llama, 7.92 Tm de carne de cuy y 5.23 Tm de carne de equino. Respecto a lo diferido podemos afirmar que existe una gran demanda de carne por parte de la población.

2.5.4. Rendimiento de las especies pecuarias en producción de carne por Distritos de la Provincia de Angaraes Año 2017

Tabla 31

Rendimiento de las especies pecuarias en producción de carne por Distritos de la Provincia de Angaraes Año: 2017 (kg/und.)

Distritos	Aves	Ovino	Porcino	Vacuno	Caprino	Alpaca	Llama	Cuy	Equino
Lircay	1.891	12.346	35.143	116	12.185	25.33	34.04	0.531	116.28
Anchonga	1.892	12.206	34.748	115.97	12.508	25.583	34.063	0.618	115.616
Callanmarca	1.934	12.194	33.957	116.09	12.319	25.253	35.675	0.568	117.704
Cochaccasa	1.656	12.588	33.48	114.53	12.713	0	0	0.613	115.515
Chincho	1.982	12.108	34.435	115.15	12.115	0	0	0.617	115.742
Congalla	1.978	12.217	33.752	115.11	12.498	25.622	33.787	0.578	115.99
Huanca Huanca	1.914	12.455	34.962	115.58	12.737	26.629	31.179	0.641	116.473
Huayllay Grande	1.914	12.287	33.716	115.57	12.255	0	0	0.553	115.899
Julcamarca	1.939	12.569	34.609	116.72	12.455	0	0	0.632	116.69
San Antaparco A.	1.914	12.43	34.841	114.54	12.162	0	0	0.669	116.603
Santo Tomas de Pata	1.938	12.742	33.869	115.92	12.177	25.782	34.958	0.629	117.266
Secclla	1.955	12.534	34.271	116.11	12.434	26.149	34.22	0.661	117.15
TOTAL	1.909	12.334	34.349	115.7	12.36	25.58	33.92	0.596	116.38

Fuente: (Dirección Regional Agraria, 2018)

En la tabla podemos observar que el distrito de Lircay presenta un rendimiento en producción de carne de 1.891 kg/und en aves, 12.346 kg/und en ovinos, 35.143 kg/und en porcinos, 116 kg/und en vacunos, 12.185 kg/und en caprinos, 25.33 kg/und en alpacas, 34.04 kg/und en llamas, 0.531 kg/und en cuyes y 116.28 kg/und en equinos. Respecto a lo diferido podemos afirmar que las especies pecuarias presentan un buen rendimiento en la producción de carne.

2.6. Características climatológicas

Está caracterizada por la alternada estación que tiene con dos periodos bien marcados:

- Periodo de intenso frio (mayo a agosto)
- Periodo de lluvias (diciembre a marzo), el clima frio se caracteriza por ser seco en invierno, con una temperatura media superior a 10° C.

El clima templado moderado lluvioso, manifiesta un invierno seco templado en el día y frígido en la noche, con una temperatura promedio que varía entre los 12°C y 15°C.

De acuerdo a los reportes del Servicio Nacional de hidrología y meteorología obtenida de la estación meteorología de Acobamba se obtuvo una temperatura promedio de 12.44 °C (Ver Anexo 02).

El distrito de Lircay presenta condiciones óptimas de temperatura y humedad relativa para la producción de forraje verde hidropónico a base de los cereales producidos en la zona, para la alimentación de animales mayores y menores.

2.7. Producción de forraje verde hidropónico en la región de Huancavelica

Carhuapoma y Curi (2014), realizaron la tesis titulada: “Producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) usando el efluente de piscigranjas en el asilo de ancianos Santa Teresa Jornet Huancavelica”, teniendo como objetivo determinar el efecto que tiene el efluente de las pozas de trucha en la producción del forraje verde hidropónico de cebada, para cumplir con el objetivo se empleó el nivel de investigación experimental, la muestra estuvo constituida por 10 bandejas por tratamiento para lo cual se consideraron 3 tratamientos; obteniendo los siguientes resultados: se obtuvo una altura promedio de 5.6cm a los 4 días, una altura promedio de 7.1cm a los 8 días, una altura promedio de 8.53cm a los 12 días, una altura promedio de 9.76cm a los 16 días, la producción de FVH obtenido es de 1.398 kg/bandeja

obtenido de 0.381kg de semilla; de este modo arribaron a las siguientes conclusiones: la generación de nitrógeno a nitrato ($N NO_3$) en la poza de trucha fue de 1.2 mg/1 N NO_3 y en el bio filtro fue de 2.2 mg/1 N NO_3 . Por lo tanto, es posible nitrificar el amoníaco presente en el efluente de pozas de trucha para la nutrición del FVH, asimismo, es factible utilizar el agua proveniente de las piscigranjas para la producción de FVH de cebada.

Ccente y Juño (2016), realizaron la tesis titulada: “Efecto del forraje verde hidropónico de avena, cebada y trigo en el crecimiento y engorde de cuyes (*Cavia porcellus*)”, teniendo como objetivo evaluar el efecto el forraje verde hidropónico de avena, cebada y trigo más alimento balanceado en la etapa de crecimiento y engorde de cuyes (*Cavia porcellus*), para cumplir con el objetivo se empleó el nivel de investigación explicativa, método experimental; obteniendo los siguientes resultados: la conversión alimenticia en la etapa de engorde presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.001$), donde se obtuvieron valores de 3.264, 3.267, 5.552 y 6.360 para los tratamientos de T2 (FVH de cebada + alimento balanceado), T3 (FVH de trigo + alimento balanceado), T1 (FVH de avena + alimento balanceado) y T0 (Rye gras italiano + alimento balanceado) respectivamente teniendo mejor conversión alimenticia los cuyes alimentados con el T2. La conversión alimenticia de FVH de trigo; asimismo, se obtuvieron diferencias altamente significativas en el costo de producción ($P < 0.001$), necesitando s/. 9.25 para producir T2 para ganar un kilogramo de peso vivo, s/.10.28 para producir T0, s/.12.78 para producir T3 y s/.15.71 para producir T1; de este modo se arribaron a las siguientes conclusiones: la conversión alimenticia en cuyes en la etapa de crecimiento presenta resultados favorables al ser alimentados con FVH de trigo más alimento balanceado, siendo las hembras con mayor conversión alimenticia; en la etapa de engorde los cuyes alimentados con FVH de trigo presentaron mejor conversión alimenticia sin distinción de sexo.

2.8. Producción de forraje verde hidropónico en la provincia de Angaraes

Hinojosa y Vásquez (2012), en el artículo científico titulado “Influencia del número de horas de remojo sobre la tasa de germinación de semillas nativas de avena y cebada, mediante el cultivo hidropónico”, teniendo como objetivo evaluar la tasa de germinación de semillas de avena y cebada nativas de Lircay, para determinar en qué medida el número de horas de remojo influye sobre dicha tasa de germinación. Las semillas de ambas especies fueron sometidas a tratamientos de remojo de 0, 12 y 24 horas para inducir su germinación, para cumplir con los objetivos se empleó un método experimental; obteniendo los siguientes resultados: el porcentaje acumulado de germinación de la cebada y avena es 78.2% y 40.8% respectivamente, se obtuvo mayor cantidad de forraje al emplear la cebada; de este modo se arribaron a las siguientes conclusiones: la cebada (*Hurdeum vulgare*) presenta mayor tasa de germinación que la avena, la cebada no requiere humedecimiento previo para la germinación, en cambio la avena tiene que ser previamente humedecido durante 12 hora para inducir su germinación.

CAPÍTULO III

CONTRASTE DE PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO

3.1 Producción, propiedades y usos del forraje verde hidropónico

LOCAL (ANGARAES)	NACIONAL
<p>La provincia de Angaraes presenta una alta producción de cereales, específicamente granos de cebada, maíz amiláceo, trigo; por lo tanto, es posible la producción de forraje verde hidropónico utilizando dichos cereales.</p>	<p>El territorio nacional presenta una diversidad de pisos ecológicos, por lo que en cada región podemos encontrar diversidad de productos agrícolas y en especial una gran diversidad de cereales tal como: cebada, trigo, maíz, avena entre otros.</p>

LOCAL (ANGARAES)	NACIONAL
<p>Los granos se obtienen por venteo por lo que muchas veces presentan una baja pureza, así como poder germinativo, energía germinativa y valor cultural debido a que no completan bien su ciclo fisiológico debido a la ausencia de precipitaciones o presencia de heladas.</p> <p>No realizan el análisis de semillas</p>	<p>En la costa se emplean trilladoras y ello permite tener grano más limpio y con mejor capacidad de poder germinativo, energía germinativa y valor cultural debido a que completan normalmente todo su ciclo fisiológico.</p> <p>Si realizan el análisis de semillas.</p>

LOCAL (ANGARAES)	NACIONAL
<p>La producción de granos es con bajo riesgo de presencia de plagas y/o</p>	<p>La producción de granos a nivel de costa tiene muchos riesgos por la presencia</p>

enfermedades por las condiciones de plagas (mazorquero, gorgojo de los ambientes que se tiene, por lo que no se granos, etc.) y/o enfermedades (roya, requiere realizar desinfección de semillas. carbón, etc.) por lo tanto requieren de desinfección de semillas

LOCAL (ANGARAES)	NACIONAL
El proceso de preparación de las semillas (remojo, secado, remojo) es de forma manual dado que la cantidad de forraje verde hidropónico que se produce es poco	El proceso de preparación de las semillas es empleando materiales y equipos más sofisticados debido a la mayor escala en que producen

LOCAL (ANGARAES)	NACIONAL
Las bandejas germinadoras empleadas para la producción de FVH son pequeñas y construidas de manual rustica	Las bandejas germinadoras son de mayor tamaño y más duradero lo que permite también un mejor manejo de las semillas y del FVH.

LOCAL (ANGARAES)	NACIONAL
Las plántulas del FVH crecen más lento debido a las bajas temperaturas, pero el tiempo en que se deben cosechar es igual a cualquier otro lugar pues el albumen que contienen las semillas solo les alcanza para alimentar al embrión y a las plántulas hasta los 14 o 15 días	Las plántulas crecen más rápido por las mayores temperaturas, pero el tiempo en que se deben emplear es similar al producido en Lircay

LOCAL (ANGARAES)	NACIONAL
-------------------------	-----------------

El FVH que se produce en Lircay puede emplearse en la alimentación de los diferentes animales, pero principalmente a las madres que están dando de lactar o a los vacunos que están en producción debido a que en la época de estiaje no se cuenta con forraje a nivel campo

El FVH sirve como complemento a la alimentación que normalmente se les da a los diferentes animales que crían en otras zonas

LOCAL (ANGARAES)	NACIONAL
La factibilidad de acoger esta tecnología de Producción de FVH es totalmente adecuada dado que en época de estiaje no se cuenta con forraje verde y se tiene madres en estado de lactancia, así como madres en plena producción de leche (vacas) y es conveniente que su producción no baje por que volverla a recuperación es difícil	En otras zonas donde no se tiene problemas de climáticos se puede producir otras fuentes de forraje por lo que factibilidad de incentivar estas prácticas puede ser no muy factible, ya que como se indicó el FVH, es solo un complemento en la alimentación de las diferentes especies.

Las propiedades que presenta FVH producido en Lircay o en cualquier otra zona son las mismas ya que todas las semillas tienen los mismos contenidos genéticos como fisiológicos por lo tanto el aporte que brindan a la fauna pecuaria es

similar en todos lados, lo que podría variar es el volumen ya que en algunas zonas crecen las plántulas más que en otras zonas,

En otras zonas lo que se aplica es que además del FVH brindan a su ganado concentrados con lo suplementan su ración para lograr un crecimiento y desarrollo más rápido.

El FVH, se da al ganado la plántula completa, quiere decir que los animales consumen tanto la parte foliar como las raíces.

Habría que estudiar la posibilidad de secar la parte del follaje y molerla para consumirla como fuente de clorofila la cual aportaría buena cantidad de magnesio y podría ser consumida por las personas.

CONCLUSIONES

1. El FVH presentan ventajas como: eficiencia en el uso de espacios, ahorro de agua, eficiencia en el tiempo de producción, inocuidad, producción durante todo el año, alto valor nutritivo, logra mejoras significativas en la alimentación, reducción en los costos de alimentación e inversiones y mayor rentabilidad. Puede ser usado para la alimentación de animales mayores y menores.
2. Los principales granos para la producción de FVH son la cebada, trigo y maíz, investigaciones realizadas respaldan que los animales que consumen el FVH muestran una mejor capacidad de conversión alimenticia.
3. El FVH por ser plántulas en rápido crecimiento por la presencia de auxinas, giberelinas y citoquininas, muestran propiedades alimenticias sumamente altas e importantes las cuales las transmiten a los animales que lo consumen.
4. La alimentación con FVH es viable para todo tipo de animales, tales como: ovinos, aves, vacas, caballos, llamas, alpacas, cuyes entre otros.
5. El Distrito de Lircay presenta condiciones favorables para la producción de FVH, ya que son productores directos de los cereales de mejor conversión alimenticia y a la vez son productores pecuarios.
6. Bajo las condiciones de Lircay se podría establecer espacios acondicionados adecuadamente para producir FVH con mucho éxito y factibilidad de mantener su producción por largo tiempo.

RECOMENDACIONES

1. El Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, podría disponer la capacitación de los agricultores en la producción de forraje verde hidropónico en zonas rurales y urbanas.
2. El Gobierno Regional de Huancavelica, podría incentivar de producción de forraje verde hidropónico en zonas de producción pecuaria tradicional y mejorar la calidad del producto.
3. La Municipalidad Provincial de Angaraes, podría motivar y apoyar en sus distritos que presentan alta producción pecuaria, la producción de FVH a fin de mejorar la alimentación de las especies pecuarias.
4. A los productores pecuarios a emplear la tecnología de FVH para la alimentación de su ganado en la época de estiaje, ya que su costo de producción es bajo y pueden alcanzar una buena rentabilidad.
5. Construir infraestructuras que les permita a los ganaderos implementar esta tecnología de producción de FVH en el distrito de Lircay ya que presenta condiciones favorables para su producción.

REFERENCIA

- Acosta, R. (2009). El cultivo del maíz, su origen y clasificación. El maíz en Cuba. *Cultivos tropicales*, 113 120.
- Aguilar, I. (2016). *Producción de forraje verde hidropónico para optimizar el uso del agua y su impacto en el nivel de ingreso del productor de cuyes en el Valle Tacna 2013*. Tacna, Perú: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Escuela de Posgrado, Maestría en Agronegocios .
- Almeyda, J. (2013). *Manual de manejo y de alimentación de vacunos II: Manejo y Alimentación de vacas productoras de leche en sistemas intensivos*. Lima: Universidad Nacional Autónoma La Molina, Facultad de Zootecnia. Obtenido de https://www.engormix.com/ganaderia_leche/articulos/manual_manejo_alimentacion_vacunos_t29966.htm
- Arano, C. (1998). *Forraje verde hidropónico y otras técnicas de cultivo sin tierra*. Buenos Aires, Argentina.
- BioEnciclopedia. (s.f.). *BioEnciclopedia*. Obtenido de <https://www.bioenciclopedia.com/llama/>
- Caicedo, A. (1993). *Aspectos técnicos e investigación en la explotación de cuyes*. Pasto Colombia: Universidad de Nariño.
- Carapaz, N., & Román, N. (2012). *Respuesta de tres variedades de arveja (Pisum sativum L) a cuatro aplicaciones de biofertilizantes en Bolívar provincia del Carchi*. Ibarra Ecuador: Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Escuela de Ingeniería Agropecuaria.
- Carhuapoma, W., & Curi, G. (2014). *Producción de forraje verde hidropónico de cebada (Hordeum vulgare) usando el efluente de piscigranjas en el asilo de ancianos Santa*

- Teresa Jornet Huancavelica*. Huancavelica, Perú: Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ciencias de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Zootecnia.
- Carrasco, D., & Espinoza, D. (2016). *Efecto de los cereales forrajeros hidropónicos y los diferentes tiempos de cosecha sobre la composición química bromatológica y parámetros productivos*. Huancavelica, Huancavelica, Peru.
- Castellanos, A. (2020). *Producción de forraje verde hidropónico la alternativa para alimentación equina*. Libano, Beirut, Asia.
- Ccente, J., & Juño, R. (2016). *Efecto del forraje verde hidropónico de avena, cebada y trigo en el crecimiento y engorde de cuyes (Cavia porcellus)*. Huancavelica, Perú: Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ciencias de Ingeniería, Escuela Profesional de Zootecnia.
- Chauca, L. (1997). *Producción de cuyes (Cavia porcellus)*. Roma Italia: Deposito de documentos de la FAO.
- Cortes, C. (29 de setiembre de 2011). *Cultivo de la arveja: taxonomía y morfología*. Obtenido de [https://cultivodearveja.blogspot.com/2011/09/taxonomia y morfologia.html?fbclid=IwAR1Kz6LIDvD2Rn26OuRYB7m2m46oeXkq5t8oIDL21NF5KmNOesjmGqEe6FY](https://cultivodearveja.blogspot.com/2011/09/taxonomia-y-morfologia.html?fbclid=IwAR1Kz6LIDvD2Rn26OuRYB7m2m46oeXkq5t8oIDL21NF5KmNOesjmGqEe6FY)
- Crampton, E., & Harris, L. (1974). *Nutrición Animal Aplicada: El Uso de los Alimentos en la Formulación de Raciones para el Ganad*. España.
- De La Torre, M. (2010). *Estudio del efecto del forraje verde hidropónico en la alimentación de caprinos*. Mexico: Centro de investigación en química aplicada.
- Dirección de Educación Agraria. (s.f.). *Manual de cunicultura*.

- Dirección Regional Agraria. (2018). *Huancavelica: Compendio Estadístico Agropecuario 2008 2017*. Huancavelica.
- El trigo: morfología y fisiología*. (s.f.). Obtenido de [https://trabajoinformatica1516.wordpress.com/morfologia y fisiologia/](https://trabajoinformatica1516.wordpress.com/morfologia-y-fisiologia/)
- Engormix. (18 de Enero de 2011). *Alimentación en alpacas*. Obtenido de [https://www.engormix.com/ovinos/foros/alimentacion alpacas t12136/](https://www.engormix.com/ovinos/foros/alimentacion-alpacas-t12136/)
- FAO. (2001). *Manual técnico de Forraje verde hidropónico*. Santiago de Chile: Oficina Regional para América Latina y el Caribe.
- FAO. (2002). *Forraje verde hidropónico*. Santiago Chile.
- FAO. (2002). *Forraje Verde Hidropónico*. Santiago de Chile, Chile: Oficina Regional para América Latina y El Caribe.
- FAO. (2003). *La huerta hidropónica popular*. Santiago de Chile: OFICINA REGIONAL DE LA FAO PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE.
- Flores, M. (2012). *Industrias de cereales y derivados*. Mundi Prensa.
- Gilsanz, J. (2007). *Hidroponía*. Montevideo, Uruguay: Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología.
- Gonzales, E., Ceballos, J., & Benavides, O. (2015). Producción de forraje verde hidropónico de maíz *Zea mays*. L. en invernadero con diferentes niveles de silicio . *Revista de Ciencias Agrícolas*, 75 83.
- Gutiérrez, I. (2000). *Fascículo 9. Cultivos Hidropónicos*. Bogotá, Colombia: Edit. Gémini.
- Hidalgo. (1985). *Método de producción de forraje verde hidropónico*. Lima, Perú.
- Hinojosa, R. (2011). *Evaluación de cinco variedades de cebada (Hordeum vulgare), para la producción de forraje verde hidropónico con la aplicación homogénea de té de compost*

- en el distrito de Lircay, provincia Angaraes, región Huancavelica. Lircay, Peru: Universidad para el Desarrollo Andino.*
- Hinojosa, R., & Vásquez, M. (2012). *Influencia del número de horas de remojo sobre la tasa de germinación de semillas nativas de avena y cebada, mediante el cultivo hidropónico*. Lircay, Perú: Universidad para el Desarrollo Andino, Facultad de Ciencias de Ingeniería, Carrera Profesional de Ciencias Agrarias.
- Huerta, M. (s.f.). *Alimentación de ovinos con dietas basadas en forrajes de corte*. Chapingo, Mexico: Posgrado en Producción Animal, Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo.
- INFOAGRO. (1998). *El cultivo del maiz*. Obtenido de <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.htm>
- INFOAGRO. (2007). *El cultivo de la cebada*. Obtenido de <http://www.infoagro.com/herbaceos/forrajes/cebada.asp>
- INFOAGRO. (s.f.). *Cultivo de la avena*. Obtenido de <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/avena.htm>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). *Censos Poblacionales 2017: XII Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas*. Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2007). *Junin directorio de Centros Poblados y población dispersa*. Junin Perú.
- Jorge, Y., & Romero, N. (2017). *Efecto del uso de forraje verde hidropónico de tres especies forrajeras en la alimentación de cuyes (Cavia porcellus) línea Perú en condiciones de galpón del centro de investigación frutícola oleícola UNHEVAL Huanuco, 2017*.

- Huanuco, Perú: Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial.
- Lallana, V., Garcia, L., & Elizalde, J. (2011). *Unidad tematica 11: germinación*. Oro Verde, Paraná: Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Entre Ríos.
- Lopez Martinez, L. (Nov de 2005). *Produccion de Forraje Verde Hidroponico*. Santillo, Coahuila: Centro de Investigacion de Quimica Aplicada. Obtenido de Mexico Ganadero.
- López, R., Murillo, B., & Rodriguez, G. (2009). El forraje verde hidropónico (FVH): una alternativa de producción de alimento para el ganado en zonas áridas. *Interciencia*, 121 126.
- Mena, E. (2012). *Estudio investigativo de la carne de alpaca e introducción a la gastronomía ecuatoriana*. Quito, Ecuador: Universidad Tecnológica Equinoccial, Facultad de Hotelería, Gastronomía, Turismo y Preservación Ambiental.
- MINAGRI. (s.f.). *Crianza de ovinos*. Lima: Agrorural.
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2017). *Boletín estadístico de producción agrícola y ganadera 2017*. Lima, Perú: Sistema Integrado de Estadística Agraria.
- Municipalidad Provincial de Angaraes. (2016). *Plan de Desarrollo Concertado de la provincia Angaraes al 2021*. Angaraes, Perú: Municipalidad Provincial de Angaraes.
- Núñez, O., & Guerrero, J. (2021). Forrajes hidropónicos: una alternativa para la alimentación de animales domésticos. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 8.
- Ñíguez, M. (1998). *Producción de forraje en condiciones de Hidroponía II. Selección de Especies y Evaluación de Cebada y Trigo*. Chile: Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales .
- Olmos, B. (2010). *La calidad de la cebada maltera*. Mexico: Editorial impulsora agricola.

- Oriol, R., Fuster, J., Roca, M., Pérez, A., & Valls, R. (s.f.). *Utilización de forraje verde para la alimentación de conejos de reproducción*. España.
- Pautrat, W. (2008). *Producción de forraje verde hidropónico de cebada para la alimentación de cuyes*. Junin, Perú: INIA.
- Perez, F., & Pita, J. (2001). *Atributos y Conservación de Semillas. Viabilidad, vigor, longevidad y conservación de semillas*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación.
- Pulgar, J. (1952). *El curi o cuy*. Bogotá Colombia: Ministerio de Agricultura.
- Quispe, A. (2016). Influencia de Niveles de Azufre en la Producción, Composición Química Bromatológica y Digestibilidad del Forraje Verde Hidropónico de Cebada (*Hordeum vulgare* L.). *Revista de investigaciones veterinarias del Perú*, 31 38.
- RAE. (s.f.). *Cerdos*.
- RAE. (s.f.). *Vacas*.
- Ramírez, C., & Soto, F. (2017). Efecto de la nutrición mineral sobre la producción de forraje verde hidropónico de maíz. *Revista Agronomía Costarricense*, 20.
- Rodríguez, A. (2001). *Manual Práctico de Hidroponía*. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina, Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral.
- Rodríguez, A., & Tarrillo, H. (2005). *Forraje Verde hidropónico en zonas con bajos recursos hídricos*. Lima, Perú: UNALM, Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral.
- Rodriguez, C. (2000). *Método correcto de desinfección para la germinación de granos*. Lima, Perú.

Rodriguez, C., Pastora, J., Picado, F., Mena, M., Hoek, R., Benavidez, A., . . . Murcia, M. (s.f.).

Manual de forrajes para la alimentación de cerdos. Managua, Nicaragua.

Romero, R. (2017). *Rendimiento productivo de Cavia porcellus "cuy" en la etapa de crecimiento engorde alimentados con diferentes niveles de forraje verde hidropónico de Hordeum vulgare "cebada" y Pisum sativum l. "arveja"*. Trujillo, Perú: Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela Académico Profesional de Zootecnia.

Saavedra, D. (2018). *Forraje verde hidropónico de tres variedades de cebada (Hordeum vulgare) en la dieta de cuyes (Cavia porcellus) en recría*. Abancay, Perú: Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, EAP de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Samperio, G. (1997). *Hidroponía Básica*. México: Edit. Diana.

Sanchez, A. (1997). *Informes Técnicos de Estadía. Informes Internos de la Dirección Nacional de Empleo*. Montevideo, Uruguay : DINA E –Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.

Sánchez, A. (2000). *Experiencias de forraje verde en el Uruguay*. Lima, Perú: UNALM, CIHNM.

Sánchez, F., Moreno, E., Contreras, E., & Morales, J. (2013). Producción de forraje hidropónico de trigo y cebada y su efecto en la ganancia de peso en borregos. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 35 43.

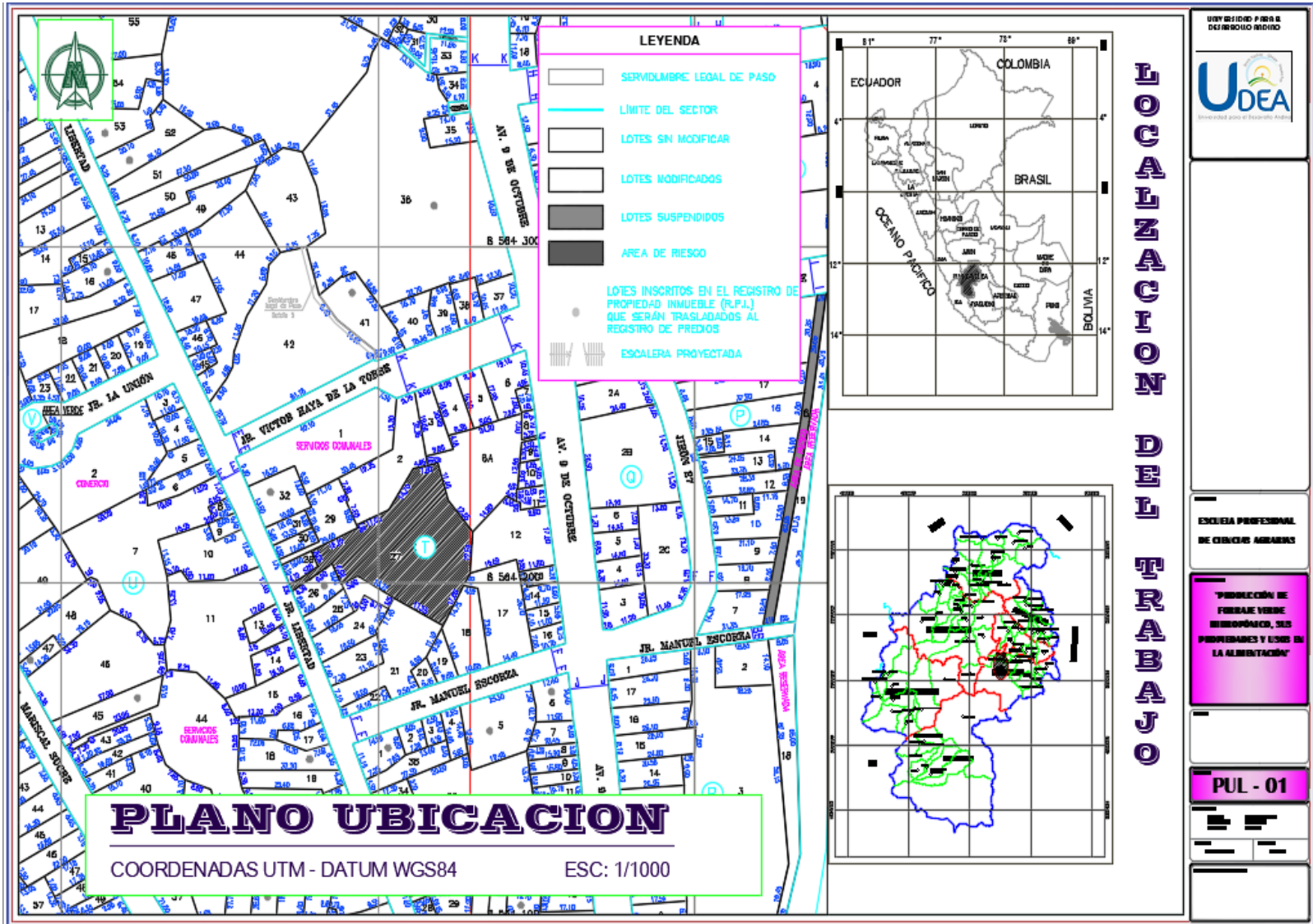
Sánchez, J. (1982). *Cultivos Hidropónicos*. Medellín, Colombia: SENA.

Sinchiguano, M. (2008). *Producción de forraje verde hidropónico de diferentes cereales (avena, cebada, maíz, trigo y vicia) y su efecto en la alimentación de cuyes*. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.


Tarrillo, H. (2008). *Producción de Forraje Verde Hidropónico en Arequipa, Perú*. Lima, Perú:
Universidad Nacional la Molina .

ANEXOS

ANEXO 1 (Ubicación y Localización del Distrito de Lircay)

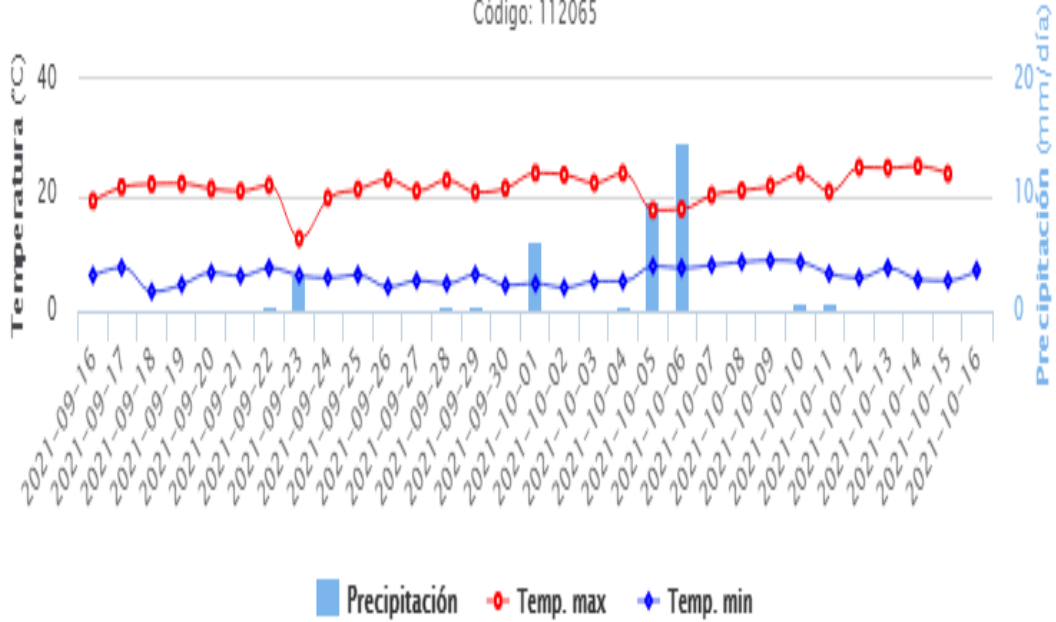


ANEXO 2 (Datos de la estación meteorológica: ACOBAMBA)

DATOS DE PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm) ESTACION METEOROLOGICA DE ACOBAMBA	
MONOGRAFIA	"PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO, SUS PROPIEDADES Y USOS EN LA ALIMENTACIÓN"
DEPART. : HUANCVELICA	
PROVINCIA : ANGARAES	
DISTRITO : LIRCAY	

ESTACIÓN: LIRCAY

Dep.: HUANCVELICA Prov.: ANGARAES Dist.: LIRCAY
 Lat.: 12°58'53.25" S Long.: 74°43'5.13" W Alt.: 3303 msnm.
 Tipo: Convencional - Meteorológica
 Código: 112065



DATOS DE TEMPERATURA MAXIMA Y MINIMA (°C) ESTACION METEOROLOGICA DE ACOBAMBA

TESIS

"PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO, SUS PROPIEDADES Y USOS EN LA ALIMENTACIÓN"

DEPART. : HUANCVELICA

PROVINCIA : ANGARAES

DISTRITO : LIRCAY



Estación : LIRCAY

Departamento : HUANCVELICA Provincia : ANGARAES Distrito : LIRCAY Ir : 2021-10 ▼
 Latitud : 12°58'53.25" S Longitud : 74°43'5.13" W Altitud : 3303 msnm.
 Tipo : Convencional - Meteorológica Código : 112065

Exportar a Excel

Exportar a CSV

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
2021-10-01	23.8	4.7	74.4	6.2
2021-10-02	23.5	4	64.8	0.0
2021-10-03	22.1	5.1	62.9	0.0
2021-10-04	23.8	5.1	62.1	0.6
2021-10-05	17.4	7.7	83.6	9.7
2021-10-06	17.6	7.4	S/D	14.7
2021-10-07	20	7.9	78.6	0.4
2021-10-08	20.8	8.4	67.0	0.0
2021-10-09	21.6	8.7	64.3	0.0
2021-10-10	23.7	8.4	64.8	0.9
2021-10-11	20.6	6.4	77.5	0.7
2021-10-12	24.8	5.7	59.1	0.0
2021-10-13	24.7	7.4	59.0	0.0
2021-10-14	25	5.4	S/D	0.0
2021-10-15	23.7	5.2	59.9	0.0
2021-10-16	S/D	7	S/D	S/D

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

ANEXO 3 (Producción de Forraje Verde Hidropónico)

Figura 6

*Producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*)*



Fuente: (Aguilar, 2016)

Figura 7

Producción de forraje verde hidropónico de cebada, testigo, trigo y avena



Fuente: (Jorge y Romero, 2017)

Figura 8

Producción de forraje verde hidropónico de tres variedades de cebada



Fuente: (Saavedra, 2018)

Figura 9

Producción de forraje verde hidropónico de cebada



Fuente: (Romero, 2017)