

**EVALUACIÓN DE LOS PROCESOS DE GERMINACIÓN Y DESARROLLO  
VEGETATIVO DE SEMILLAS FORRAJERAS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE  
SUSTANCIAS NUTRITIVAS BIOLÓGICAS, A TRAVÉS DE LA TÉCNICA DE  
CULTIVO HIDROPÓNICO BAJO CUBIERTA EN EL MUNICIPIO DE SOTARÁ.**

**IVAN FERNANDO ORTEGA GUERRERO**



**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD**

**PROGRAMA DE AGRONOMÍA**

**POPAYÁN**

**2019**

**EVALUACIÓN DE LOS PROCESOS DE GERMINACIÓN Y DESARROLLO  
VEGETATIVO DE SEMILLAS FORRAJERAS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE  
SUSTANCIAS NUTRITIVAS BIOLÓGICAS, A TRAVÉS DE LA TÉCNICA DE  
CULTIVO HIDROPÓNICO BAJO CUBIERTA EN EL MUNICIPIO DE SOTARÁ.**

**PROYECTO APLICADO**

**Presentado por:**

**IVAN FERNANDO ORTEGA GUERRERO**

**Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el grado de:**

**AGRÓNOMO**

**Director(a):**

**NELLY MERCEDES CAMUES**



**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD**

**PROGRAMA DE AGRONOMÍA**

**POPAYÁN**

**2019**

## CONTENIDO

	<b>Pág</b>
RESUMEN.....	10
ABSTRACT .....	12
INTRODUCCIÓN .....	14
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	16
1.1 Planteamiento del Problema.....	16
1.2 Formulación del Problema .....	17
2. JUSTIFICACIÓN.....	18
3. OBJETIVOS.....	20
3.1 Objetivo General .....	20
3.2 Objetivos Específicos .....	20
4. MARCO REFERENCIAL .....	21
4.1 Antecedentes .....	21
4.2 Marco Teórico .....	25
4.3 Cultivos Hidropónicos.....	25
4.3.1 Importancia de La Hidroponía. ....	25
4.3.2 Hidroponía en comparación con cultivo en tierra. ....	26
4.4 Forraje Verde Hidropónico [FVH].....	29
4.4.1 Proceso de la producción de los FVH. ....	30
4.4.2 Factores que influyen en la producción de los FVH. ....	32
4.4.3 Fisiología de la producción de forraje verde hidropónico.....	33
4.4.4 Condiciones ambientales.....	34
4.5 Fertilizantes usados en hidroponía .....	35
4.5.1 Humus. ....	35
4.5.2 Estiércoles. ....	36
4.5.3 Purines.....	37
4.5.4 Modo de actuación de los purines.....	37
4.6 Propiedades físicas de los sustratos.....	39
4.7 Propiedades químicas de los sustratos .....	39
4.8 Manejo de los sustratos .....	39

4.8.1 Sustratos inorgánicos.....	39
4.8.2 Sustratos orgánicos.....	40
4.9 Sistemas Hidropónicos.....	40
4.10 Sistemas hidropónicos en agua .....	40
4.10.1 Recirculante o NFT. ....	40
4.10.2 Raíz flotante o cultivo en agua. ....	41
4.11 Sistemas hidropónicos con sustratos .....	41
4.11.1 Riego por goteo. ....	41
4.11.2 Sistema de columnas. ....	42
4.11.3 Sistema de canaletas suspendidas. ....	42
4.12 Características de las variedades empleadas .....	43
4.12.1 Cultivo de Cebada .....	43
4.12.2 Rendimientos del cultivo de cebada.....	44
4.12.3 Rendimientos de cebada en campo. ....	44
4.12.4 Rendimientos de cebada bajo sistema hidropónico.....	44
4.13 Cultivo de Maiz.....	45
4.13.1 Generalidades del Maiz Hidropónico.....	45
4.14 Cultivo de Trigo. ....	46
4.15 Instalaciones .....	48
4.15.1 Invernadero.....	48
4.15.2 Ubicación. ....	49
4.15.3 Construcción.....	49
4.15.4 El piso.....	49
4.15.5 Estructuras de soporte. ....	49
4.15.6 Recipientes de cultivo o bandejas. ....	50
4.16 Sistema de riego. ....	50
5. LOCALIZACIÓN .....	51
5.1 Ubicación geográfica.....	51
5.1.1 Ecología.....	51
5.1.2 Características de los suelos.....	52
5.1.3 Clima .....	52

6. MATERIALES Y METODOS .....	53
6.1 Materiales .....	53
6.1.1 Material Biológico.....	53
6.1.2 Calidad de Semillas .....	53
6.2 Soluciones Nutritivas .....	53
6.2.1 Solución Comercial.....	53
6.2.2 Humus líquido.....	54
6.2.3 Estiércol de vaca [te de guano] .....	55
6.2.4 Te de ortiga.....	55
6.3 Materiales de Campo.....	56
6.3.1 Infraestructura .....	56
6.4 Metodología .....	56
6.5 Procedimiento Experimental.....	56
6.6 Tipo de Investigación .....	58
6.7 Diseño Experimental.....	58
6.8 Factores de Estudio. ....	59
6.8.1 Factor A.....	59
6.8.2 Factor B.....	59
6.9 Variables Respuesta .....	62
6. 10 Comportamiento agronómico.....	62
6.10.1 Porcentaje de Germinación. ....	62
6.10.2 Altura de planta.....	62
6.10.3 Rendimiento de forraje verde .....	62
7. ANALISIS DE RESULTADOS .....	63
7.1 Comportamiento Agroclimático del ambiente de producción de FVH.....	63
7.2 Temperaturas registradas durante la producción de Forraje Verde Hidropónico. ....	63
7.3 Incidencia de la radiación solar sobre la producción del forraje verde Hidropónico.....	64
7.4 Porcentajes de germinación de las semillas .....	65
7.5 Desarrollo vegetativo .....	67
7.6 Interpretación de Graficas .....	69
8. CONCLUSIONES .....	74

9. BIBLIOGRAFIA.....76

10. ANEXOS.....81

**LISTA DE TABLAS**

	<b>Pág</b>
Tabla 1. Ventajas del cultivo hidropónico con relación al cultivo en tierra.....	27
Tabla 2. Comparación Nutricional de la cebada ( <i>Hordeum vulgare</i> ) en diferentes formas.....	43
Tabla 3. Composición nutricional del Maiz forrajero ( <i>Zea mays</i> ).....	46
Tabla 4. Contenido nutricional del trigo ( <i>Triticum aestivum</i> ).....	48
Tabla 5. Características del Abono Comercial.....	54
Tabla 6. Características del abono orgánico líquido de humus.....	54
Tabla 7. Composición Química Del Estiércol (O Guano).....	55
Tabla 8. Descripción de los tratamientos.....	61
Tabla 9. Análisis de Varianza Para establecer diferencias Significativas en el desarrollo vegetativo.....	67
Tabla 10. Análisis de Varianza Para establecer diferencias significativas en las sustancias nutritivas.....	67
Tabla 11. Prueba estadística Tukey.....	68
Tabla 12. Rendimiento de Forraje Verde Hidropónico.....	72

**LISTA DE FIGURAS**

	<b>Pág</b>
Figura 1. Ubicación de Sotara en el Cauca y de Paispamba en el municipio.....	51
Figura 2. Croquis experimental.....	60
Figura 3. Registro de temperaturas bajo cubierta.....	64
Figura 4. Proceso de germinación.....	65
Figura 5. Desarrollo vegetativo con la aplicación de 83ml de sustancias Nutritivas.....	69
Figura 6. Desarrollo vegetativo con la aplicación de 90ml de sustancias Nutritivas.....	70
Figura 7. Desarrollo vegetativo con la aplicación de 100ml de sustancias Nutritivas.....	71



**LISTA DE ANEXOS**

	<b>Pág</b>
Anexo A. Invernadero.....	80
Anexo B. Material biológicos.....	81
Anexo C. Proceso de germinación de las semillas.....	82
Anexo D. Desarrollo vegetativo (5to día).....	83
Anexo E. Producción de forraje verde hidropónico 15 días.....	84
Anexo F. Palatabilidad del forraje verde hidropónico.....	85

## RESUMEN

La investigación se realizó en Paispamba Cabecera Municipal de Sotara, localizada a los 2°19' de latitud norte y 76°34' de longitud Oeste de Greenwich, la mayor parte del territorio es montañoso y su relieve corresponde a la cordillera central, Cuenca del río Patía.

El presente proyecto tiene como finalidad evaluar el porcentaje de germinación y medir el desarrollo vegetativo de semillas forrajeras, mediante la técnica de cultivo hidropónico bajo cubierta, el cual permite cultivar plantas sin usar suelo agrícola, que es reemplazado por un sustrato inerte donde los nutrientes que necesita la planta para su desarrollo y producción son entregados en el riego.

Para la producción de Forraje Verde Hidropónico se utilizaron bandejas de 25 por 38 centímetros de material plástico, antes de la siembra se realizó la desinfección de las semillas [trigo, cebada y Maiz] con hipoclorito de sodio al 1%, posteriormente se remojó la semilla durante 24 horas, procediendo a la siembra en las bandejas en el ambiente hidropónico, La germinación se inició al segundo y tercer día de instalado el experimento, donde se pudo evaluar los porcentajes de germinación respectivamente. Los riegos se realizaron 3 veces al día con agua en mezcla con cal para prevenir los hongos.

Las primeras aplicaciones del abono orgánico líquido de ortiga, guano y humus se realizó a partir del Sexto, onceavo y treceavo día con diferentes cantidades, después de 15 días se realizó la cosecha del Forraje Verde Hidropónico, determinándose el rendimiento para cada semilla.

Mediante esta técnica de cultivo permite el uso eficiente de los recursos naturales y aprovechamiento en búsqueda de innovar alternativas sostenibles en el sector agropecuario

del municipio de Sotara que contribuyan con el progreso de las comunidades dedicadas a un modelo productivo convencional, donde prevalecen los monocultivos en la mayoría de sistemas productivos.

Para el cumplimiento de los objetivos planteados en la propuesta investigativa se empleará una metodología de tipo cuantitativo que permite la medición de variables e indicadores sociales con el fin de generalizar resultados. Finalmente se logrará evaluar los porcentajes germinativos, desarrollos de las plantas y la eficiencia de las sustancias nutritivas orgánicas empleados en la técnica hidropónica de cultivo, a su vez se medirá el impacto de la estrategia productiva en los agricultores de municipio de Sotara.

En cuanto a las variables de análisis se obtuvo que la semilla que mayor porcentaje de germinación presentó fue el trigo con un 97%, seguida del Maíz con 88% y por último la cebada con un 60%, con respecto al desarrollo vegetativo la semilla que mejor crecimiento mostró, fue la cebada con un promedio de 20 centímetros, seguida del trigo con 18 centímetros y por último el Maíz con tan solo 6 centímetros. En cuanto a los factores incidentes en el proceso investigativo la solución nutritiva a base de estiércol de vaca fue la que mejor se ajustó a las exigencias nutricionales de las semillas.

Palabras Claves: Cultivo Hidropónico, Forraje verde hidropónico, Germinación, Desarrollo Vegetativo, Semillas Forrajeras, Sustrato, sustancia nutritiva.

## ABSTRACT

The investigation was conducted in Paispamba Municipal Headquarters of Sotara, located at 2 ° 19 'north latitude and 76 ° 34' west longitude of Greenwich, most of the territory is mountainous and its relief corresponds to the central mountain range, Cuenca del Patia river.

The purpose of this project is to evaluate the percentage of germination and measure the vegetative development of forage seeds, using the technique of hydroponics under cover, which allows to grow plants without using agricultural soil, which is replaced by an inert substrate where the nutrients the plant is needed for its development and production is delivered to the irrigation.

For the production of Hydroponic Green Forage, trays of 25 by 38 centimeters of plastic material were used. Before planting, the seeds [wheat, barley and corn] were disinfected with 1% sodium hypochlorite, then the seed was soaked during 24 hours, proceeding to the sowing in the trays in the hydroponic environment. The germination began on the second and third day of the experiment, where the germination percentages could be evaluated respectively. Irrigation was carried out 3 times a day with water mixed with lime to prevent fungi.

The first applications of liquid organic fertilizer nettle, guano and humus was made from the sixth, eleventh and thirteenth day with different amounts, after 15 days was harvested the Hydroponic Green Forage, determining the yield for each seed.

Through this cultivation technique allows the efficient use of natural resources and exploitation in search of innovating sustainable alternatives in the agricultural sector of the municipality of Sotara that contribute to the progress of communities dedicated to a conventional production model, where monocultures prevail in the most productive systems.

For the fulfillment of the objectives proposed in the research proposal, a quantitative methodology will be used that allows the measurement of variables and social indicators in order to generalize results. Finally, it will be possible to evaluate the germination percentages, plant developments and the efficiency of the organic nutritive substances used in the hydroponic cultivation technique, in turn, the impact of the productive strategy on the farmers of Sotara municipality will be measured.

Regarding the analysis variables, it was obtained that the seed with the highest germination percentage was wheat with 97%, followed by corn with 88% and finally with 60% barley, with respect to the vegetative development the seed that better [], it was the barley with average growth of 20 centimeters, followed by wheat with 18 centimeters and finally the Corn with only 6 centimeters. Regarding the incident factors in the research process, the nutrient solution based on cow dung was the one that best adjusted to the nutritional requirements of the seeds.

Key Words: Hydroponic Culture, Hydroponic Green Forage, Germination, Vegetative Development, Forage Seeds, Substrate, nutritive substance.

## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto aplicado como opción de trabajo tiene como finalidad evaluar porcentajes de germinación y desarrollo vegetativo de semillas forrajeras mediante la técnica de hidroponía con la aplicación de soluciones biológicas, el cual busca alternativas sostenibles en el sector agropecuario en la alimentación animal como fuente de vitaminas y minerales principalmente, siendo este requerimiento indispensable durante todo el año.

La escases de comida durante los periodos secos en Paispamba municipio de Sotara, muestra la necesidad de orientar lineamientos de investigación a la producción de forraje verde hidropónico, como estrategia para cubrir el déficit alimenticio animal en los periodos críticos en esta parte del departamento del Cauca.

En la actualidad los cultivos hidropónicos representan un gran avance técnico en medianas y pequeñas explotaciones y con ciertas ventajas sobre los cultivos extensivos, teniendo en cuenta aspectos tales como: viabilidad de la semilla, factores climáticos, instalaciones entre otros. El forraje verde hidropónico (FVH), es una alternativa al problema de alimentación ganadera, estudios y prácticas recientes han demostrado que es un medio práctico para una producción expectable de biomasa forrajera, por su rapidez de desarrollo y su contenido nutricional.

Dadas las condiciones las soluciones nutritivas orgánicas se presentan como el complemento idóneo en los cultivos hidropónicos para satisfacer las necesidades nutricionales requeridas en su desarrollo, además reduce los costos de producción en la implementación de esta clase de proyectos.

Al dinamismo del mercado en el sector agropecuario es necesario crear nuevas estrategias, para poder satisfacer la gran demanda de productos naturales. El forraje verde hidropónico representa un importante aditivo a la ración diaria de los animales que son aprovechados por el hombre como fuente de alimentos.

## 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 Planteamiento del Problema

Durante mucho tiempo el municipio de Sotara ha sido una región que basa su economía en el sector agropecuario, siendo la ganadería bovina y cultivos como mora, fresa, papa, tomate y algunas plantas medicinales, las que marcan su desarrollo económico; los modelos productivos son convencionales y nada novedosos, por lo que en varias ocasiones el sector se ha visto afectado por factores económicos y ambientales durante muchos años. Desde esta perspectiva se formuló el proyecto, el cual tiene como finalidad innovar y buscar alternativas sostenibles en el entorno agropecuario del municipio de Sotará, que contribuyan con el progreso de las comunidades dedicadas a los modelos convencionales, donde prevalecen los altos costos productivos, el uso inadecuado los recursos naturales, escasas de alimento en periodos secos en la región. De esta manera se podrán optimizar procesos y actividades que fomenten el equilibrio en cada uno de los aspectos, teniendo en cuenta cada propósito con el cual se pretende mejorar la calidad de vida del entorno que nos rodea.

Se ha propuesto con este proyecto aplicado incentivar a los productores de la región para que implementen la diversificación de cultivos de manera dinámica, expandan sus conocimientos investigativos, creen alternativas sostenibles partiendo de necesidades comunes, teniendo en cuenta la alta disponibilidad de recursos naturales con los que cuenta el municipio.

Los aspectos agroclimatológicos, germinación y crecimiento de especies vegetales en los cultivos hidropónicos bajo invernadero, son modificables de acuerdo a la necesidad que se requiera en el sector productivo. Bajo esta idea de trabajo se pretende el aprovechamiento de los espacios de las fincas, la disponibilidad de recursos, la disminución de productos químicos



para las fertilizaciones y control de plagas y enfermedades, además de la variabilidad de semillas que se pueden trabajar en periodos relativamente cortos dependiendo los aspectos climatológicos de la zona y condiciones externas que favorezcan la productividad de las mismas.

Con el desarrollo de este proyecto se prevé que los campesinos día a día vayan tecnificando sus unidades productivas, con el objetivo de mejorar su calidad de vida y la de futuras generaciones, partiendo de iniciativas investigativas en campo, que mitiguen los factores adversos en los ecosistemas que de una u otra manera han ido afectando los entornos naturales, sociales y económicos de muchas comunidades en Sotara.

De esta manera la metodología aplicada fortalecerá los conocimientos de una serie de personas que por mucho tiempo han trabajado bajo los mismos modelos convencionales productivos, los cuales han ido perdiendo el auge debido a la nueva estrategia relacionadas al sector agropecuario.

## **1.2 Formulación del Problema**

Los anteriores planteamientos, permiten la formulación de la siguiente pregunta de investigación. ¿De qué manera la técnica de cultivos hidropónicos bajo cubierta permite el desarrollo del sector agropecuario y crea alternativas sostenibles en el municipio de Sotara?

## 2. JUSTIFICACIÓN

El proyecto se llevará a cabo en Paispamba cabecera municipal de Sotara el cual tiene como objetivo medir y analizar los porcentajes de germinación y desarrollo vegetativo de las semillas de trigo, cebada y maíz, correspondientes a especies forrajeras en la producción de forraje verde hidropónico, empleando soluciones nutritivas biológicas como fertilizantes foliares bajo invernadero. El municipio de Sotara basa gran parte de su economía en el sector agropecuario por lo que es importante buscar nuevas alternativas sostenibles que dinamicen y optimicen los recursos naturales los cuales se han ido deteriorando por el enfoque convencional productivo que se emplea en esta parte del departamento.

La presente investigación se realiza con el propósito satisfacer la necesidad de implementar nuevos modelos en el sector agropecuario aprovechando de manera razonable y equitativa los recursos naturales que existen en nuestro entorno. Las adversidades climáticas que se han venido presentando a lo largo del tiempo en el municipio de Sotara especialmente en los periodos secos han ido deteriorando y disminuyendo la cantidad y calidad de forrajes que son la fuente de alimento de muchas especies animales, es por ello que es vital la búsqueda de alternativas innovadoras, sostenibles y eficaces para mitigar dichos acontecimientos. Este proyecto pretende minimizar el uso de productos químicos, disminuir altos costos en la preparación de terrenos y fertilizantes comerciales, además de ofrecer una alternativa alimenticia a los animales durante todo el año independientemente de la temporada, proporcionando de esta manera los requerimientos nutricionales en la dietas de los animales.

El diseño aplicativo del proyecto busca evaluar variables tales como temperaturas, humedades relativas, luminosidad, frecuencias de riego entre otros aspectos bajo una

infraestructura convencional, con el objetivo de cualificar y cuantificar los determinados contextos del desarrollo vegetativo de las plantas, en la búsqueda de las condiciones favorables para tal fin, de esta manera poder identificar y caracterizar los métodos y medios externos acordes a las exigencias de las especies que van hacer estudiadas durante la ejecución del proyecto, contribuyendo a la implementación de otras variedades vegetales bajo la técnica de cultivos hidropónicos que mejoren la calidad de vida de las comunidades campesinas, partiendo de nuevas estrategias socioeconómicas que se ejecuten manteniendo el equilibrio ambiental.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo General**

Evaluar el porcentaje de germinación y medir el desarrollo vegetativo de semillas de trigo, cebada y maíz mediante la aplicación de soluciones nutritivas biológicas, a través la técnica de cultivo hidropónico bajo cubierta en el municipio de Sotara.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Identificar las semillas forrajeras que presentan mayor porcentaje de germinación y desarrollo vegetativo bajo condiciones dadas en cubierta.
- Reconocer las concentraciones y soluciones nutritivas líquidas que evidencien resultados óptimos en intervalos periódicamente cortos
- Fomentar la investigación e innovación relacionada con estrategias productivas en el sector agropecuario.

#### **4. MARCO REFERENCIAL**

A continuación se presentan algunos estudios relacionados con la producción de forraje verde hidropónico empleando semillas forrajeras tales como Maiz y cebada, aplicando sustancias nutritivas biológicas como agua residual de Bovinos y humus líquido, con el objetivo de cualificar y cuantificar su incidencia en la productividad del forraje.

##### **4.1 Antecedentes**

El departamento de Nariño en Colombia es considerado como una región de gran auge para la explotación de ganado vacuno con doble propósito, además de especies menores. Cerca del 80% de las familias campesinas pertenecientes a este departamento viven del sector pecuario; sin embargo los forrajes empleados para alimentación de estas especies ha sido un agravante debido a los agrestes cambios climáticos y exigentes requerimientos nutricionales para la producción de los mismos. (AGRONET, 2009)

Ante la situación en consenso los tesistas Elizabeth Gonzales y Jesús Ceballos han desarrollado una investigación en la granja experimental Botana perteneciente a la Universidad de Nariño ubicada en el altiplano de Pasto titulada “Evaluación de la producción de forraje verde hidropónico con fertilización orgánica (humus líquido) en dos variedades de Maiz ( Zea Mays) bajo condiciones de invernadero, con lo cual se preve mantener la producción, disminuir costos en la fertilización y labores culturales además de mejorar la calidad de forrajes para la alimentación de los animales de esta parte del País. “El forraje verde hidropónico ofrece una serie de ventajas durante todo el año del cultivo en pequeñas áreas, aporte de complejos vitamínicos necesarios, sin trastornos digestivos y exhiben una rápida recuperación de la inversión” (FAO, 2002; Muller et al.,2005).

Uno de los propósitos de los autores fue en disminuir en un 70% los costos de producción de tal manera que los volúmenes productivos de FVH, sean mínimos en comparación con los altos precios de la manutención de pasturas tradicionales y suplementos alimenticios en la dieta de los animales, para lo cual se ha empleado material vegetal originario de la zona, además de el uso de soluciones orgánicas que se pueden producir en las fincas, con estas alternativas de mitigación de costos y estrategias productivas se prevé un impacto medioambiental positivo debido al escaso uso de fertilizaciones químicas, aprovechamiento de espacios sobrantes, desperdicios de agua en sistemas de riego tradicionales y degradación de los suelos mejorando así el entorno pecuario de la región.

Para el desarrollo investigativo del proyecto en mención se emplearon dos variedades de semillas de maíz (*Zea mays*) blanco y amarillo, donde los tratamientos correspondieron a la aplicación de tres dosis de solución nutritiva (0, 5 10 ml/bomba de 20lt) en cada variedad, las frecuencias de riego se dieron día de por medio mediante la aspersión con fumigadora con capacidad para 5 litros, cada uno de los tratamientos contó con tres repeticiones; en el ensayo se utilizaron 54 kg de semilla para 18 bandejas, siendo 27 kg de cada variedad, 9 kg por cada tratamiento y 3 kg por cada bandeja, una vez obtenido un 95% de germinación de la semilla se procede con la siembra en las bandejas disponibles, quedando expuestas a condiciones controladas de humedad y temperatura acordes a los requerimientos vegetales.

Al cabo de 15 días hábiles tiempo estimado para la producción de FVH, se obtuvieron los resultados de los análisis bromatológicos referentes a valor proteínico, peso y altura de las plantas; con respecto a los valores nutricionales de las dos variedades de maíz (*Zea Mays*), la variedad morocho blanco presentó 14.06% de proteína y la variedad morocho amarillo un 12,96%, haciendo referencia a la variable altura se evidenciaron 10,52 cm para morocho blanco

y 10,05 cm morocho amarillo y por el ultimo el peso se presento asi: 6,83 kg morocho blanco por bandeja y 6. 62 kg morocho amarillo por bandeja, de acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación los tesistas concluyen que la variedad de mais (*Zea mays*) morocho amarillo y blanco poseen un buen valor nutricional en la producción de FVH como alternativa alimenticia en la dieta diaria de los animamles, ademas afirman que la variedad morocho blanco asimilo mejor la solución nutritiva organica respecto a la otra variedad representada en peso.<sup>1</sup>

El tesista Franco Mauricio Amaguaña en su trabajo investigativo realizado en el municipio de Yacuanquer Nariño, el cual lleva por nombre “Evaluación de los forrajes hidroponicos de cebada (*Hurdeum Vulgare*) y trigo (*Triticum Vulgare*) en condiciones de fertilización organica y mineral”, cuenta con dos etapas en la producción de forraje verde hidroponico las cuales miden algunas variables tales como producción de materia seca y altura de la planta, tanto en la primera como en la segunda fase se analizaran la incidencia de la fertilización organica y mineral en el desarrollo vegetativo de las variedades en mención.

Durante el desarrollo investigativo el autor ademas de evaluar variables y buscar productividad en su investigación ha tratado aspectos economicos tales como la disminución de costos en fertilizantes, ademas de crear alternativas alimenticias que reemplazen los suplementos tradicionales y sus elevados costos injustificables, demostrando nuevas estrategias productivas a bajo costo de la mano de la preservación de los recursos naturales.

Los tratatamientos evaluados fueron T1 FVH de trigo (*Triticum Vulgare*) con fertilización mineral, T2 FVH de cebada (*Hurdeum Vulgare*) con fertilización organica, T3

---

<sup>1</sup> Gonzales, E & Ceballos, J (2014). Evaluación de la producción de forraje verde hidroponico con fertilización organica (humus liquido) en dos variedades de Maiz (*Zea Mays*) bajo condiciones de invernadero. (Tesis de pregrado). Facultad de Ciencias Agricolas, San Juan de Pasto, Colombia.

FVH de trigo (*Triticum Vulgare*) con fertilización orgánica y T4 FVH de cebada (*Hordeum Vulgare*) con fertilización mineral. con respecto al diseño experimental el autor empleo cuatro tratamientos con cuatro replicas utilizando el analisis de varianza para difeferir medias estadisticas.

La fertilización orgánica según (Sanchez, et al.,) mejora el crecimiento radicular con la aplicación foliar en hidroponia, dependiendo de la dosis, además argumenta el costo beneficio al productor, la facilidad de preparar esta clase de abonos y su importancia en la disminución del uso de agente químicos. Con respecto a la fertilización mineral Bustamante afirma que esta clase de abonos regulan el crecimiento y productividad de las plantas durante todo su desarrollo vegetativo y que son estos necesarios continuamente en el sector agropecuario. El autor en su procedimiento investigativo realiza actividades puntuales en la elaboración de FVH, tales como: elección de semilla, lavado y desinfección de la misma, remojo y germinación de las variedades estudiadas y por ultimo la posterior siembra en las bandejas. Para la siembra se empleo 1.5 kg de semilla/bandeja, los riegos aparecieron al 4 día de haber germinado las semillas hasta el 12avo día con riegos uniformes cada tres horas durante dos minutos mediante una regadora manual, los fertilizantes empleados fueron orgánico a base de residuos sólidos de materia orgánica y mineral solucal compuesto por elementos mayores y menores.

De acuerdo a la metodología empleada se obtuvieron los siguientes resultados en la producción de materia seca comprenden valores entre 1.08 kg/bandeja a 1.35 kg/bandeja correspondiente al trigo (*Triticum Vulgare*) siendo el valor más alto para el material vegetal que fue fertilizado con abono orgánico, con respecto a la producción de cebada (*Hordeum Vulgare*), para el caso de altura de las plantas el trigo (*Triticum Vulgare*) fertilizado de manera orgánica presento una altura de 25.04cm y 10.59 la cebada (*Hordeum Vulgare*), que fue fertilizada mineralmente, Cabe resaltar el aspecto económico dentro de los resultados finales investigativos



puesto los tratamientos que emplearon fertilización mineral para el trigo (*Triticum Vulgare*) y la cebada (*Hordeum Vulgare*), gastaron entre \$670 y \$700 por cada kilogramo de FVH, en cuanto a los tratamientos que usaron fertilización orgánica deprecian valores muy bajos en relación a los establecidos anteriormente, de los resultados obtenidos en el proyecto el autor logra concluir que no existen diferencias marcadas para los tratamientos empleados, por lo cual asume que el contenido nutricional está sujeto a factores intrínsecos (características morfológicas y taxonómicas) y extrínsecos (factores medioambientales), además asume que la aplicación mineral se ve mejor representada en el trigo (*Triticum Vulgare*) en cuanto a producción de forraje seguida de la fertilización orgánica en la cebada (*Hordeum Vulgare*).<sup>2</sup>

## **4.2 Marco Teórico**

### **4.3 Cultivos Hidropónicos**

Etimológicamente el concepto hidroponía deriva del griego y significa literalmente trabajo o cultivo (PONOS) en agua (hydros). Hidroponía se define como la ciencia de cultivo de plantas sin el uso de tierra, pero con el uso de un medio inerte como: arena gruesa, cascarilla de arroz, grava, aserrín entre otros, a los que se les agrega una solución de nutrientes con todos los elementos esenciales requeridos por la planta para su crecimiento y desarrollo normal. (Sánchez, 2004, p. 135)

#### **4.3.1 Importancia de La Hidroponía.**

Según (Colón, 2009), la hidroponía es considerada como un sistema de producción agrícola que tiene gran importancia dentro de los contextos ecológico, económico y social.

---

<sup>2</sup> Amaguaña, F. (2012). Evaluación de los forrajes hidropónicos de cebada (*Hordeum Vulgare*) y trigo (*Triticum Vulgare*) en condiciones de fertilización orgánica y mineral. (Tesis de pregrado). Universidad de Nariño, Facultad de ciencias Pecuarias, San Juan de Pasto, Colombia.

Dicha importancia se basa en la gran flexibilidad del sistema, es decir, por la posibilidad de aplicarlo con éxito, bajo muy distintas condiciones y para diversos usos. (P. 13)

#### **4.3.2 Hidroponía en comparación con cultivo en tierra.**

FORTUNECITY (1999, en línea) resalta múltiples ventajas de los cultivos hidropónicos respecto de la agricultura tradicional en tierra. Entre los extraordinarios logros que se obtienen con esta técnica se pueden destacar los siguientes:

- Limitado por la iluminación; así es posible una mayor densidad de plantas iguales, lo que resulta en mayor cosecha por unidad de superficie.
- No existe preparación del suelo.
- No existen malas hierbas y por lo tanto no hay gastos al respecto.
- Prácticamente no hay insectos u otros animales en el medio de cultivo. Tampoco hay enfermedades en las raíces. No se precisa la rotación de cultivos.
- Los fertilizantes se utilizan en pequeñas cantidades, y al estar distribuidos uniformemente (disueltos), permiten una absorción más homogénea por las raíces; además existe poca pérdida por lavado.
- Hay un control completo y estable de nutrientes para todas las plantas, fácilmente disponible en las cantidades precisas. Además hay un buen control de pH, con facilidad para realizar muestras y ajustes.
- Todas las labores pueden automatizarse, con la consiguiente reducción de gastos. No se usan además implementos agrícolas. En resumen: ahorro de tiempo y dinero en estos aspectos.

- Posibilidad de emplear diversos sustratos de reducido costo, así como materiales de desecho.
- No se necesita, a pequeña escala, mano de obra calificada.

**Tabla 1. Ventajas del cultivo hidropónico con relación al cultivo en tierra**

Aspecto	Cultivo en Tierra	Cultivo Hidropónico
<b>Preparación del suelo</b>	Gasto en el uso de herbicidas y labores culturales.	No se emplean.
<b>Control de malezas</b>	Gasto en el uso de herbicidas y labores culturales.	No se emplean.
<b>Control plagas y enfermedades</b>	Gran número de enfermedades del suelo por nematodos, insectos y otros organismos que podrían dañar la cosecha. Es necesaria la rotación de cultivos para evitar daños.	Existen en menor cantidad las enfermedades pues prácticamente no hay insectos u otros animales en el medio de cultivo. Tampoco hay enfermedades en las raíces. No se precisa la rotación de cultivos.
<b>Agua</b>	Las plantas se ven sujetas a menudo a trastornos debidos a una pobre relación agua – suelo, a la estructura del mismo y a una capacidad de retención baja. Las aguas salinas no pueden ser utilizadas, y el uso del agua es poco eficiente tanto por la percolación como por una alta evaporación en la superficie del suelo.	No existe stress hídrico: se puede automatizar en forma muy eficiente mediante un detector de humedad y control automático de riego. Se puede emplear agua con un contenido relativamente alto de sales, y el apropiado empleo del agua reduce las perdidas por evaporación y se evita la percolación.

<b>Fertilizantes</b>	Se aplican a voleo sobre el suelo, utilizando grandes cantidades, sin ser uniforme su distribución y presentando además considerables pérdidas por lavado, la cual alcanza en ocasiones desde un 50 a un 80 %.	Se utilizan pequeñas cantidades, y al estar distribuidos uniformemente (disueltos), permiten una adsorción más homogénea por las raíces: además existe poca pérdida por lavado.
<b>Número de Plantas</b>	Limitado por la nutrición que puede proporcionar el suelo y la disponibilidad de la luz.	Limitado por la iluminación: así es posible una mayor densidad de plantas iguales, lo que resulta en mayor cosecha por unidad de superficie.
<b>Sustratos</b>	Tierra	Posibilidad de emplear diversos sustratos de reducido costo, así como materiales de desecho.
<b>Esterilización del Medio</b>	Vapor, fumigantes químicos, trabajo intensivo, proceso largo al menos dos o tres semanas.	Vapor, fumigantes químicos con algunos de los sistemas. Con otros se emplea simplemente Ácido Clorhídrico o Hipoclorito de Calcio. El tiempo para la esterilización es corto.

**Fuente:** Resh, H. (1997)

Duran, F, (2009) indica que las ventajas del forraje verde hidropónico se pueden resumir así: Suministro constante durante todos los días del año, evitando alteraciones digestivas, menor incidencia de enfermedades, aumentando en la fertilidad de los animales, aumento en la producción de leche y en general todas las ventajas que los animales puedan obtener de una buena alimentación. (p.208)

Duran, F, (2009) menciona que las desventajas del cultivo hidropónico son:

Inversiones altas: de forma general, los cultivos sin suelo requieren de inversiones más altas que las necesarias para los cultivos convencionales.

Mayor conocimiento técnico: para que el cultivo sin suelo se desarrolle correctamente, es necesario tener conocimiento sobre la nutrición esencial de las plantas, factores que influyen en su crecimiento, química elemental, familiaridad con los sistemas de control, etc.

Riesgos de infecciones es sensiblemente más bajo que en los cerrados, en los que el exceso del agua drena por las raíces de las plantas. En este caso, si se declara una infección, todas las plantas de la instalación resultarían infectadas.

Otros: existen otras desventajas asociadas a los cultivos sin suelo, como la necesidad de una mayor frecuencia de riego, con el problema añadido de un fallo en el sistema, una mayor necesidad de agua, una mínima reserva de nutrientes derivada de la incapacidad de algunos sustratos para fijar nutrientes, dependencia de sustratos que en ocasiones no son locales sino importados. (P.208-209)

#### **4.4 Forraje Verde Hidropónico [FVH]**

El Forraje Verde Hidropónico (FVH) 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 FVH o “green fodder hydroponics” es un pienso o forraje vivo, de alta digestibilidad, calidad nutricional y muy apto para la alimentación animal. (FAO, 2001, p. 68)

Sánchez (2005) indica que en la práctica, el Forraje Verde Hidropónico (FVH) consiste en la germinación de granos (semillas de cereales o de leguminosas) y su posterior crecimiento

bajo condiciones ambientales controladas (luz, temperatura y humedad) en ausencia del suelo.

Usualmente se utilizan semillas de avena, cebada, maíz, trigo y sorgo. (p. 7)

#### **4.4.1 Proceso de la producción de los FVH.**

La FAO (2001) señala que para obtener una buena producción de FVH se debe considerar los siguientes aspectos:

a) Selección de la especie: Los cereales más utilizados para la producción de FVH son: cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*), maíz (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum vulgare*) y trigo (*Triticum aestivum*); lo cual dependerá fundamentalmente de la disponibilidad local y el precio.

b) Selección de la semilla: Por motivo de costos es conveniente utilizar semilla de mediana calidad pero que posea un porcentaje de germinación adecuado. Es recomendable que las semillas a utilizarse provengan de la localidad. Otro factor a tomarse en cuenta es que se debe eliminar todo tipo de impurezas (piedras, semillas de malezas, terrones, entre otros) y fundamentalmente utilizar semillas que no hayan sido tratadas con plaguicidas. (p. 68)

Duran, F, (2009), no se deben utilizar semillas tratadas con fungicidas o preservativos. La humedad de la semilla debe ser del 12 % y debe haber tenido un reposo para que cumpla con los requisitos de madurez fisiológica.

c) Desinfección de la semilla: Con la finalidad de eliminar patógenos como hongos, bacterias y contaminantes se aconseja lavar y desinfectar la semilla con una solución de hipoclorito de sodio al 1%, durante un tiempo no menor a 30 segundos y no mayor a 3

minutos, ya que podría afectar su viabilidad, posteriormente se debe enjuagar la semilla con agua limpia. (p.208)

d) Lavado de la semilla: Con el objetivo de inducir a una más rápida germinación se coloca la semilla sumergida completamente durante 24 horas para inhibirla. Dicho proceso se divide en 2 periodos de 12 horas cada uno y con una hora de oreo entre ello.

El lavado también tiene por objeto eliminar hongos y bacterias contaminantes, liberarlas de residuos y dejarlas bien limpias. (Luna, 2013, p. 63)

e) Siembra en bandejas y comienzo de riego: Antes de la siembra se debe desinfectar con esponja las bandejas de producción con solución de hipoclorito de sodio al 10% (100 ml en 1 litro de agua). (Quispe, 2013, p. 63)

La siembra consiste en distribuir una capa delgada de semilla pre-germinadas en las bandejas de producción. Se tapa con papel y se procede al riego, finalmente se coloca un plástico negro para retener humedad y temperatura y favorecer el proceso germinativo.

f) Riego: Lo más recomendable es realizar los riegos con micro aspersores, o con nebulizadores. Durante los primeros 4 días no debe aplicarse más de 0,5 litros/m<sup>2</sup>, el mismo que está de acuerdo a los requerimientos de cada especie y de las condiciones ambientales. La cantidad de riego debe ser dividido en varias aplicaciones diarias.

g) Riego con solución nutritiva: Cuando aparecen la primera hoja se comienza con la aplicación de la solución nutritiva. Esta aplicación se suspende a los 12 o 13 días aplicando exclusivamente con agua para eliminar todo rastro de sales minerales.

h) Cosecha: La cosecha se realiza entre los 12 a 14 días, pudiéndose realizar una cosecha anticipada a los 8 a 9 días en caso de necesidad de alimento. (p. 68)

#### **4.4.2 Factores que influyen en la producción de los FVH.**

Según la FAO (2001) entre los factores que condicionan el éxito o fracaso de la producción de los FVH podemos mencionar:

a) Calidad de la semilla: La semilla a utilizarse en la producción de los FVH está ligada al precio de la misma, sin embargo esto no reemplaza la importancia de utilizar un material con un porcentaje de germinación no menor al 75 %. (p.68)

FAO (2001), indica que la densidad de siembra adecuada para tener un rendimiento óptimo de forraje hidropónico es de 5 kg de semilla por metro cuadrado, con una temperatura que oscila entre 16 a 20 °C y una humedad relativa de 85 %. (p. 68)

Las dosis óptimas de semillas a sembrar por metro cuadrado oscilan entre 2 a 3,4 kilos considerando que la disposición de las semillas o "siembra" no debe superar los 1,5 centímetros de altura en la bandeja, para ello se distribuirá una delgada capa de semillas pre-germinadas.

b) Iluminación: la radiación solar es básica para el crecimiento vegetal, a la vez que es promotora de varios procesos fisiológicos.

c) Temperatura: El rango más óptimo para la producción de los FVH es de 18 a 26 °C. Cada especie presenta requerimientos de temperatura óptimos.

d) Humedad: la humedad relativa que debe existir dentro del invernadero no puede ser inferior al 90 %. Humedades más altas provoca problemas sanitarios, mientras que humedades más bajas puede provocar el desecamiento del ambiente y deshidratación del forraje con su respectiva disminución en la producción.



e) Calidad del agua de riego: Otro factor singular en la producción de los FVH es la condición de que el agua a ser usada debe tener una característica de potabilidad. (Izquierdo, 2001, p. 3)

#### **4.4.3 Fisiología de la producción de forraje verde hidropónico.**

Duran, F, (2009) menciona que en el proceso de germinación de una semilla se producen una serie de transformaciones cualitativas y cuantitativas muy importantes. El embrión de la futura planta despierta de su vida latente, provocando la ruptura de los tegumentos seminales y a partir de un almacén de energía, es capaz de transformarse en pocos días en una plántula con capacidad para captar energía del sol (fotosíntesis) y absorber. Posteriormente, se liberan granos de almidón que son transformados en azúcares y así empieza el proceso de geminación, en el que podemos diferenciar tres fases importantes que son: Absorción del agua, movilización de nutrientes, crecimiento y diferenciación.

a) Absorción del agua: Durante esta fase se inicia la actividad vital de la semilla, es decir, se reanuda el metabolismo, para lo cual se necesitan condiciones adecuadas de humedad, temperatura y oxígeno. Una vez reunidos estos factores, la semilla va aumentando de volumen por la absorción del agua, el embrión se hincha, se reblandecen las cubiertas protectoras y las reservas alimenticias comienzan una serie de reacciones químicas y biológicas que hacen que el embrión se desarrolle.

b) Movilización de nutrientes: la segunda fase, los cotiledones se van reduciendo mientras la nueva planta consumen sus reservas, pues el alimento almacenado en ellos es dirigido por la acción del agua, se descompone mediante la respiración, o se usa en el desarrollo de nuevas estructuras. Los alimentos almacenados en los cotiledones generalmente

se encuentran en cantidades suficientes para sostener el crecimiento de la plántula hasta cuando esta pueda empezar a fabricar su propio alimento.

c) Crecimiento y diferenciación: se puede definir el crecimiento como la síntesis del material vegetal (biomasa). Que normalmente viene acompañada de un cambio de forma y un aumento de la longitud o del diámetro del cuerpo del vegetal y su aumento en peso. El crecimiento de las diferentes partes de la planta se suele determinar por la altura, el área foliar o el peso seco, en relación con el tiempo transcurrido durante el ciclo de vida.

La diferenciación es el proceso mediante el cual se forman y reproducen clases de células. En una planta el crecimiento y la diferenciación transcurren paralelamente y por ello, parecería tratarse de un solo proceso que llamamos desarrollo. Una vez que han aparecido las raicillas y las primeras hojas, la planta está capacitada para obtener los nutrientes del medio externo y demás elementos para fabricar su propio alimento (fotosíntesis), motivo por el cual se debe exponer a condiciones óptimas de luminosidad, oxigenación y nutrición. (P. 209)

#### **4.4.4 Condiciones ambientales.**

Duran, F, (2009) señala que los factores ambientales que ejercen mayor influencia en la producción de forrajes son la luz, la temperatura, la humedad, la oxigenación y el gas carbónico. La calidad de la luz se refiere a la longitud de onda del rayo luminoso.

Las plantas crecen mejor cuando la luz incidente contiene la totalidad del espectro solar, que cuando tiene solamente una parte de él. La duración del día o periodo influye sobre el desarrollo vegetativo. La luz solar no debe ser excesiva, ya que causa quemazón en las plantas, principalmente en las bandejas superiores

La temperatura influye sobre todos los procesos de la planta. Las temperaturas extremas afectan el rango de adaptación y la distribución de las especies. El rango óptimo es distinto para las diferentes especies. La temperatura ideal es de 20 ° C y debe ser lo más constante posible, un exceso de temperatura puede causar hongos y una temperatura baja retarda el crecimiento.

El agua afecta el crecimiento de las plantas porque interviene en los procesos fisiológicos internos. Dentro de ciertos límites, la actividad metabólica de las células de las plantas está en estrecha relación con su contenido de agua. La expansión celular depende de un mínimo de turgencia celular y la elongación de tallos y hojas se detiene rápidamente por la carencia de agua.

La humedad ambiental es de gran importancia para procurar condiciones de asimilación adecuadas, ya que ejerce una influencia directa en el trabajo que desempeñan las hojas.

Es indispensable una buena aireación para obtener el intercambio gaseoso. De acuerdo con el sitio en que vaya a construir el invernadero, hay que tener en cuenta estos factores para adoptar los correctivos necesarios. (P. 209)

#### **4.5 Fertilizantes usados en hidroponía**

“Cualquier abono líquido o sólido de alta solubilidad, es susceptible de ser empleado, siempre y cuando establezcan una composición garantizada y fiable” (La Molina (2005, En línea).

##### **4.5.1 Humus.**

Según Chilón, E, (1997), el humus es una sustancia bastante compleja, compuesta por productos de descomposición avanzada, productos resintetizadas por los microorganismos y sustancias estrictamente húmicas. Se caracteriza por su baja densidad, relación C/N =10, alta CIC, alta capacidad retentiva de humedad, color oscuro; el humus es la base de la fertilidad del suelo, porque influencia las características físicas, químicas y biológicas del suelo. (p. 185)

IICA (1999) indica que el humus es neutro, próximo a la neutralidad (pH 6,8 - 7,4) con marcado efecto buffer, con una carga de elementos Fito-estimulantes (auxinas, giberelinas, citoquininas) y de bacterias útiles a nivel de los pelos radicales de las plantas, y que se hallan ausentes o bien son insuficientes cuando el compostado se efectúa sin lombrices. De esta manera se explica porque el Vermicompost atempera el shock del trasplante estimulando y anticipando la germinación y radicación, controla el mal de los almácigos, acelera el crecimiento en general y el desarrollo de la planta, mejorando la producción vegetal. (p. 20-40)

El lombricompostado posee una amplia gama de ventajas frente a otros abonos, pudiendo destacarse no solo un aporte de macro elementos (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio) y de micro elementos (zinc, hierro, cobre, manganeso, boro, etc.) sino que estos se hallan balanceados adecuadamente, como se aprecia de los cocientes: C/N, Ca/Mg, Mg/K. (Schuldt, 2006, p. 13-15)

#### **4.5.2 Estiércoles.**

El estiércol es uno de los residuos orgánicos más importantes para la agricultura. Por su uso, parte de la porción no utilizable de los cultivos puede entrar en el suelo para ejercer allí

una acción más importante de lo que pudiera creerse por su contenido nutriente. (Parra, 2008, p. 208)

El estiércol consta de dos componentes originarios, el sólido y el líquido. Por lo general, un poco más de la mitad del nitrógeno total, casi todo el fósforo en forma de ácido fosfórico y alrededor de dos quintos de potasio se hallan en el estiércol sólido. Además del contenido de Nitrógeno, fósforo y potasio, el estiércol contiene también calcio, magnesio, azufre y probablemente todos los oligoelementos, estos últimos de gran importancia. En algunos casos para mantener el equilibrio de la condición de los nutrientes en los suelos tratados con estiércol Buckman et al., 1997 citado por Parra (2008, p. 208)

Debido a que se estima que en promedio el estiércol contiene 0.5% de nitrógeno, 0.25% de fósforo y 0.5% de potasio, una tonelada de este material proporcionaría solo 5, 2,5 y 5 kilogramos de nitrógeno total, fósforo y potasio respectivamente. Sin duda son porcentajes bajos si se les compara con fertilizantes comerciales comunes en el mercado Buckman et al, 1997. Citado por Parra, (2008, p. 208)

#### **4.5.3 Purines.**

Biohuerto, (2017, En línea), indica que los purines son el resultado de la fermentación de restos vegetales y/o estiércoles, siendo los más utilizados en huertas ecológicas el de ortiga y el de cola de caballo. Sus innumerables propiedades hacen de estos preparados un aliado indispensable en el manejo de la tierra y la fertilidad de las plantas.

#### **4.5.4 Modo de actuación de los purines.**

Dependiendo de los vegetales utilizados en su fabricación, los purines tienen diversas aplicaciones. En primer término, aportan enzimas, aminoácidos y otras sustancias al suelo y a las plantas, aumentando la diversidad y disponibilidad de nutrientes para las mismas. Pero realmente, lo que hace únicos a los purines, es el gran aporte de microorganismos que la tierra y las plantas reciben al aplicarlos

Otra de las grandes ventajas de los purines: es su efecto sobre algunas plagas, reduciendo el impacto de éstas, además de:

- Efecto positivo sobre algunas plagas, reduciendo el impacto de éstas en el cultivo.
- Un mayor desarrollo de las raíces.
- Mejor crecimiento.
- Ayudan a fijar nitrógeno en el suelo.
  - Contiene una proporción alta de hierro, vitamina A y C, Molibdeno y Vanadio (oligoelementos que favorecen la actividad de las bacterias fijadoras de nitrógeno). También otros componentes como plata, cromo, cobre, manganeso, plomo, sodio, níquel y titanio.
- Mejora la función fotosintética aumentando la clorofila
  - Diluída en proporción 1/10 elimina pulgones y araña roja en hortícolas, frutales y plantas de jardinería
- En proporción 1/20 evita el mildiu de la patata y la clorosis en frutales
  - Remojando las raíces de las plantas en una dilución 1/20, conseguiremos que enraícen más rápidamente.

#### **4.6 Propiedades físicas de los sustratos**

Suministrar un almacén -soporte físico- a las plantas, que les permita enraizar y mantenerse erguidas, y proporcionarles agua (H<sub>2</sub>O), oxígeno (O<sub>2</sub>) y nutrientes esenciales para mantener en equilibrio el metabolismo y la fisiología vegetal.

#### **4.7 Propiedades químicas de los sustratos**

Urrestarazu Gavilán M, (2000) se refiere a la concentración de las sales solubles presentes en la solución del sustrato. Las causas que provocan un incremento en la salinidad del sustrato, después de estar éste en el contenedor, son:

1. La presencia de fertilizantes insolubles, como los de liberación lenta, cuando se mineralizan para producir nitratos o bien, cuando liberan sales mediante difusión, en cuantía superior a las cantidades absorbidas o lixiviadas.
2. Cuando la cantidad de sales aportadas con el agua de riego o la solución nutritiva es superior a las cantidades absorbidas por la planta o las pérdidas por lixiviación, y cuando el sustrato presenta una elevada capacidad de intercambio catiónico y, al mismo tiempo, se descompone con el transcurso del cultivo, liberando nutrientes. (p. 635)

#### **4.8 Manejo de los sustratos**

##### **4.8.1 Sustratos inorgánicos.**

Rodríguez Delfín A. et al (2004) argumentan que se recomienda lavar dos o tres veces con agua antes de sembrar las semillas o trasplantar un nuevo cultivo. En caso de sustratos contaminados, desinfectar con hipoclorito de sodio al 1% (10 ml de lejía o blanqueador en 1 litro de agua) por 24 horas. El lavado puede realizarse directamente en el contenedor, tratando de eliminar los residuos del cultivo anterior. (p. 99)

#### **4.8.2 Sustratos orgánicos.**

Rodríguez Delfín A. et al (2004) mencionan que estos sustratos requieren un tratamiento previo antes de su uso. La cascarilla de arroz requiere humedecerse con anticipación a la siembra o trasplante, porque inicialmente tiene una baja capacidad de retención de agua. El proceso de fermentación aeróbica, que se lleva a cabo durante períodos de 2 a 3 semanas, mejora sus propiedades. El humedecimiento total y continuas remociones del material son necesarios para llevar a cabo el proceso de fermentación. Luego, realizar una desinfección con hipoclorito de sodio al 1% enjuagar con agua y luego de 24 horas y está lista para usar. (p. 99)

Calderón Sáenz F, (2002, en línea) indica entre las principales propiedades físico-químicas de la cascarilla de arroz, la baja tasa de descomposición, a más que es liviano, tiene buen drenaje, y aireación.

#### **4.9 Sistemas Hidropónicos**

Según Rodríguez Delfín A. et al (2004), existen diferentes tipos de sistemas hidropónicos, desde los más simples, con funcionamiento manual o semiautomático, hasta los más sofisticados y completamente automatizados.

Los sistemas hidropónicos se pueden dividir en dos categorías: Sistemas hidropónicos en agua y, Sistemas hidropónicos en sustratos. (p. 99)

#### **4.10 Sistemas hidropónicos en agua**

##### **4.10.1 Recirculante o NFT.**

Samperio Ruíz G. (1997) manifiesta que este sistema consiste en hacer recircular en forma permanente una película fina constituida por una determinada cantidad de solución



nutritiva, la cual permitirá tanto la respiración de las raíces (al aportarles oxígeno), como la absorción de los nutrientes y del agua durante el periodo vegetativo de la planta. Esta película no deberá alcanzar una altura superior a los 5 o 7 centímetros desde la base del contenedor. (p. 153)

#### **4.10.2 Raíz flotante o cultivo en agua.**

Marulanda Tabares Ch. (2003), expresa que se hace en un medio líquido que contiene agua y sales nutritivas en baja concentración (7 cm<sup>3</sup> de solución nutritiva por cada 1 000 cm<sup>3</sup> de agua). Este sistema es muy conveniente para el cultivo de albahaca (*Ocimum basilicum*), apio (*Apium graveolens*), berro (*Nasturtium officinale*), escarola (*Cichorium endivia*) y varios tipos de lechuga, con excelentes resultados en ahorro de tiempo y rendimientos por cada metro cuadrado cultivado.

En el sistema de raíz flotante las raíces crecen dentro de la solución nutritiva. Las plantas están sostenidas sobre una lámina de icopor con la ayuda de un cubito de esponja; el conjunto de lámina y plantas flota sobre la superficie del líquido. Este sistema se recomienda para climas frescos porque en los climas muy calientes, el oxígeno (indispensable para que las raíces respiren y tomen los nutrientes) se evapora con mayor rapidez. (p. 71)

### **4.11 Sistemas hidropónicos con sustratos**

#### **4.11.1 Riego por goteo.**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA UNALM (2005, en línea) indica que la solución nutritiva y el agua son suministradas a cada planta a través de goteros conectados en mangueras de goteo de polietileno de color negro. El riego se hace aplicando

pequeñas cantidades de solución nutritiva directamente en la zona radicular. El sistema es muy usado para la producción de cultivos de fruto como tomate (*Solanum lycopersicum*), pimiento (*Capsicum annuum*), melón (*Cucumis melo*), pepinillo (*Cucumis sativus*) y sandía (*Citrullus lanatus*).

#### **4.11.2 Sistema de columnas.**

RESH HM. (2003, en línea) expresa que el sistema de columnas o sistema vertical es un sistema de cultivo sin suelo utilizado principalmente para cultivar fresas (*Fragaria vesca*), pero también puede emplearse para cultivar otros cultivos como lechuga (*Lactuca sativa*), espinaca (*Spinacia oleracea*) y plantas aromáticas. Las columnas pueden ser mangas plásticas colgantes, tubos de PVC o un conjunto de macetas de termopor apiladas verticalmente. Para cultivar en este sistema se deben elegir especies que tengan poco volumen, un sistema radicular relativamente pequeño y que toleren estar colgadas contra la gravedad, teniendo sus raíces como único medio de anclaje.

#### **4.11.3 Sistema de canaletas suspendidas.**

Rodríguez Delfín A. Et Al (2004) manifiestan que en países con fuerte demanda de fresa, sobre todo para mejorar y obtener producción en invierno, las plantas son cultivadas en invernaderos y emplean canaletas o canales de PVC. El sistema consiste de láminas plásticas corrugadas en forma de U de 10 cm de profundidad y 12 cm de ancho; sobre las canaletas se colocan contenedores de termopor; los diámetros de los agujeros es de 5 cm; los agujeros están separados cada 20 cm. Las canaletas van suspendidas de 1,2 – 1,6 m del suelo; alturas mayores complican la observación de las plantas y el manejo del cultivo. El distanciamiento entre canaletas es 0,8 – 1,0 m. El sustrato que se coloca en los contenedores debe ser liviano

como perlita, piedra pómez, pudiéndose usar mezclas de musgo, fibra de coco, aserrín de pino y/o cascarilla de arroz. La solución nutritiva se aplica con sistema de riego por goteo. (p. 99)

## 4.12 Características de las variedades empleadas

### 4.12.1 Cultivo de Cebada (*Hordeum vulgare*)

Rojas (2007), clasifica a la cebada de la siguiente manera:

**Nombre Común:** Cebaba

**Nombre Científico:** *Hordeum vulgare*

**Género:** *Hordeum*

**Familia:** Poaceae

**Especie:** *Vulgare*. (p.127)

Sánchez (2004), considera que la producción de forraje demora entre 12 a 15 días, en un tiempo tan corto, no se presentará deficiencia de molibdeno, por lo que no es imprescindible su empleo y no tiene mayor influencia en los rendimientos, con lo que se prescindiría de fuentes de molibdeno en la formulación. (p. 135)

**Tabla 2. Comparación Nutricional de la cebada (*Hordeum vulgare*) en diferentes formas**

<b>Análisis Nutritivo de la Cebada</b>		
<b>Nutriente Analizado</b>	<b>Cebada Hidropónica</b>	<b>Cebada Concentrada</b>
<b>Energía (Kcal/Kg Ms)</b>	3216	3000
<b>Proteína (%)</b>	25	30

<b>Digestibilidad (%)</b>	81.6	80
<b>Kcal digestible kg</b>	488	2160
<b>Kcal Proteína digestible/ tm</b>	46.5	216

Fuente: Sepulveda (1994)

#### **4.12.2 Rendimientos del cultivo de cebada (*Hordeum vulgare*).**

Según el P.D.L.A. (2005), la cebada (*Hordeum vulgare*) es una especie de cultivo anual de la familia de las gramíneas, cultivado ampliamente en el altiplano norte y altiplano central, esto por su buena adaptabilidad a las zonas altas que tienen diversas condiciones climáticas a lo largo del año, tiene una densidad de siembra de 80 a 100 kg/ha. (p.103)

#### **4.12.3 Rendimientos de cebada en campo.**

Se incluyó que el estado óptimo de cosecha, la cebada (*Hordeum vulgare*) tiene un rendimiento promedio de materia verde de 12 TM/Ha con un 42 % de MS (5.4 TM/MS/ Ha) en el forraje fresco bajo el sistema tradicional Catrileo, et al, (2001, En línea).

#### **4.12.4 Rendimientos de cebada bajo sistema hidropónico**

Trabajos de validación de tecnología sobre F.V.H., han obtenido cosechas de 12 a 18 kilos de F.V.H. producidos por cada kilo de semilla utilizada a los 15 días de instalado el cultivo y en una situación climática favorable para su desarrollo. (Sánchez, 2004, p. 135)

#### **4.13 Cultivo de Maiz (*Zea mays*)**

**Nombre común:** Maíz

**Nombre científico:** *Zea mays*

**Familia:** Gramíneas

**Género:** *Zea*

El maíz forrajero (*Zea mays*) es muy cultivado para alimentación de ganado. Se recoge y se ensila para suministro en épocas de no pastoreo. La siembra se efectúa de forma masiva si se utiliza como alimento en verde de manera que la densidad de plantación de semilla de 30 a 35 Kg por hectárea se siembra en hileras con una separación de una a otra de 70 a 80 cm y con siembra a chorrillo. Se escogen variedades con alta precocidad para mejor desarrollo de la planta.

El ensilaje consiste en una técnica en la que el maíz (*Zea mays*) u otros tipos de forrajes se almacenan en un lugar o construcción (silo) con el fin de que se produzcan fermentaciones anaerobias. En definitiva tratan de almacenes o depósitos de granos. El valor nutritivo del ensilaje destaca por su valor energético tanto en proteínas como sales minerales el contenido en materia seca del maíz (*Zea mays*) ensilado se consigue con un forraje bien conservado. (Infoagro, En línea)

##### **4.13.1 Generalidades del Maiz Hidropónico (*Zea mays*).**

(Zagal-Tranquilino1, 2016). Indican que el Forraje Verde Hidropónico es el producto obtenido del proceso de germinación de granos de cereales que después de 12 días es cosechado y suministrado a los animales como alimento. En este experimento el riego fue

cada 24 horas y con un litro de agua por kg de maíz (*Zea mays*). Se cosechó los días 13, 14 y 15. Se midieron la altura, kg de rendimiento total, % de germinación, kg de raíz, kg de tallo y hojas, kg de grano no germinado. Los resultados fueron analizados con ANOVA y Tukey. Los valores mayores fueron en el día 13: altura media de  $30.45 \pm 4.5$  cm, un rendimiento  $2.5335 \pm 0.3$  Kg y un 80.5 % de germinación. Se concluye que es factible la producción de FVH de maíz en charolas de cartón con riego cada 24 horas. (p. 29-34)

**Tabla 3. Composición nutricional del Maiz forrajero (*Zea mays*).**

<b>Composición Nutricional</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Materia seca</b>	(%)	91
<b>Energía digestible</b>	Mcal/kg	2.90
<b>Proteína</b>	Mcal/kg	20.00
<b>Calcio</b>	(%)	0.46
<b>Fosforo asimilable</b>	(%)	0.35
<b>Grasa</b>	(%)	2.00
<b>Fibra</b>	(%)	8.70

Fuente: Zagal-Tranquilino1 (2016).

#### **4.14 Cultivo de Trigo (*Triticum aestivum*)**

La FAO (2001) clasifica el trigo de la siguiente manera:

**Reino:** Plantae

**División:** Magnoliophyta

**Clase:** Liliopsida

**Orden:** Poales

**Familia:** Poaceae

**Género:** Triticum

Según la (FAO, 2001), teniendo en cuenta la densidad de siembra adecuada para tener un rendimiento óptimo de forraje hidropónico para el caso de granos tales como, la cebada (*Hordeum vulgare*) o el trigo (*Triticum aestivum*) es de 5 kg de semilla por metro cuadrado, con una temperatura que oscila entre 16 a 20 °C y una humedad relativa de 85 %. (p.208)

En su artículo Científico los autores (Castillo, Pérez\*, Magaña, & Gómez, 2013) indican que la mejor densidad para trigo (*Triticum aestivum*) es de 4.7 kgm<sup>2</sup>, con rendimiento de 30.2 kgm<sup>2</sup> en peso fresco y relación de conversión de peso de semilla a peso de forraje fresco de 1:6.4. Por lo cual concluyen el uso del forraje verde hidropónico de trigo (*Triticum aestivum*) se muestra como una alternativa técnica y económicamente viable en relación a otros tipos de dieta. (p. 2-11)

Como todo vegetal, tiene sus exigencias de clima y suelo. En otras palabras, requiere un óptimo medio para cumplir su desarrollo.

En términos generales el trigo (*Triticum aestivum*) es planta de climas templados y fríos, produciéndose en muy diversos ambientes. En las mesetas de la América Central, donde las temperaturas se mantienen ligeramente bajas, puede cultivarse también este cereal, los terrenos arcillosos y de margas son los mejores, y preferiblemente los arcillosos con un buen contenido de cal. Cuando las tierras para trigo tienen un bajo contenido de materia orgánica, es buena práctica cultivarlas antes con plantas que sirven de abonos verdes, tales como las denominadas genéricamente leguminosas. Existen en el mundo innumerables variedades de trigo (*Triticum aestivum*). Lógicamente los rendimientos fluctúan, según las variedades, la zona, las

condiciones climáticas del año y muchos otros factores determinantes de que los rendimientos oscilen entre 600 y 4.000 kilogramos por hectárea. (Agropecuaria. org, En línea)

**Tabla 4. Contenido nutricional del trigo (*Triticum aestivum*)**

<b>Composición Nutricional</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Energía digestible</b>	(%)	294
<b>Proteína</b>	(%)	11.73
<b>Calcio</b>	(%)	40.73
<b>Grasa</b>	(%)	2.00
<b>Fibra</b>	(%)	10

Fuente: (Agropecuaria. org, En línea)

#### **4.15 Instalaciones**

##### **4.15.1 Invernadero.**

Duran, F, (2009), señala que debemos tomar en cuenta los siguientes factores al referimos al invernadero de producción de forraje verde hidropónico.

Tamaño. El invernadero deberá construirse de acuerdo con la cantidad de forraje que se quiere producir diariamente, dejando un margen de seguridad. Se sabe que 4 m<sup>2</sup> son suficientes para producir 15 kg por día de forraje.

Este valor corresponde a la cantidad de forraje que se puede producir en un sistema convencional. Debe entenderse que se trata de del área neta ocupada por la instalación, que generalmente se construye de 4 a 6 pisos o niveles.



#### **4.15.2 Ubicación.**

Debe estar cerca al establo, para suministrar el suministro de forraje a los animales, su manejo, control y supervisión constante. Su ubicación también depende de la funcionalidad de las instalaciones de agua y luz. (p. 210)

#### **4.15.3 Construcción.**

El invernadero tendrá particulares características de acuerdo con el clima en que se vaya a establecer la producción de forraje. Si es para climas cálidos, se puede hacer alto y sin cubrir las partes laterales del invernadero o cubrirlas parcialmente. Si es para clima frío y con el fin de regular la temperatura, especialmente en horas de la noche, se ha de construir un invernadero hermético y con doble pared de plástico. (p. 210)

#### **4.15.4 El piso.**

La experiencia aconseja que el piso de invernadero para la producción de forraje verde hidropónico debe ser de concreto, ya que por la gran frecuencia de riegos y la alta humedad relativa es el más funcional para evitar encharcamientos, proliferación de hongos y enfermedades. Es ideal para un correcto manejo sanitario de la explotación. También se puede hacer con gravillas u otros materiales similares. (p.211)

#### **4.15.5 Estructuras de soporte.**

Comprende toda la estantería para soportar las bandejas en que se va a cultivar el forraje y puede ser de madera, metal, PVC. Su altura debe ser tal que ofrezca comodidad en

las diferentes labores de cultivo. Cada módulo tendrá pendientes longitudinales y transversales para permitir el drenaje de la solución nutritiva en todos los sentidos. (p.211)

#### **4.15.6 Recipientes de cultivo o bandejas.**

Con los recipientes que se usan para colocar la semilla para el desarrollo del cultivo, pueden ser diferentes materiales, como asbestos – cemento, lámina galvanizada, fibra de vidrio, material plástico, o formaletas de madera cubiertas de polietileno. Sus medidas varían de 40 a 60 cm de ancho y de 80 a 120 cm de largo, su profundidad es de 2 a 5 cm. (p.211)

#### **4.16 Sistema de riego.**

Hay varios sistemas de riego: por gravedad, por micro aspersión y por nebulización. En el sistema por gravedad, se coloca una tubería perforada en la parte superior de último nivel, para la cual sale el agua de riego. Esta recorre las bandejas superiores y va drenando hacia los demás niveles. (p.211)

## 5. LOCALIZACIÓN

### 5.1 Ubicación geográfica

La investigación se realizó en Paispamba Cabecera Municipal de Sotara, localizada a los 2°19' de latitud norte y 76°34' de longitud Oeste de Greenwich, la mayor parte del territorio es montañoso y su relieve corresponde a la cordillera central, Cuenca del río Patía.

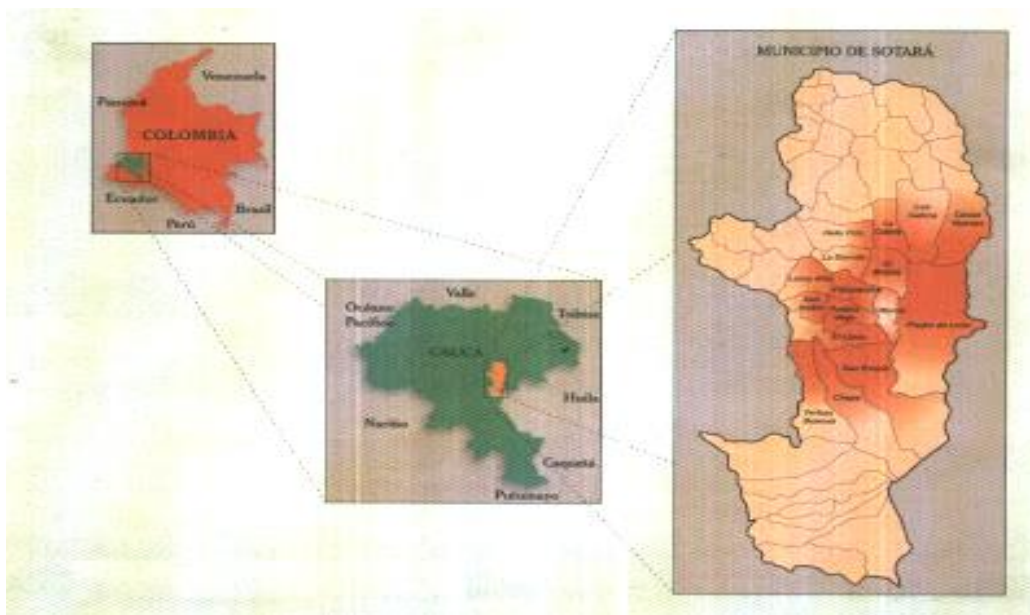


Figura 1. Ubicación de Sotara en el Cauca y de Paispamba en el municipio.

Fuente Alcaldía de Sotara 2013.<sup>3</sup>

#### 5.1.1 Ecología

El municipio de Sotará comprende la unidad fisiográfica Andina perteneciente a las cordilleras Central y Occidental y sus valles interandinos Cauca y Patía. En esta región se encuentra el Macizo Colombiano, donde se desprende la cordillera Oriental y en sus cumbres

<sup>3</sup> [Municipio de Sotara, 2013]. Alcaldía de Sotara. . Extraído 03 Enero, 2019. Del Sitio Web [www.sotara-cauca.gov.co/.../plan-municipal-de-gestin-del-riesgo-municipal](http://www.sotara-cauca.gov.co/.../plan-municipal-de-gestin-del-riesgo-municipal).

nacen grandes ríos, entre ellos: el Caquetá, el Cauca y el Magdalena. (Alcaldía de Sotara 2013 en Línea)

### **5.1.2 Características de los suelos**

Los suelos son moderadamente profundos a muy profundos, limitados algunas veces por capas cascajosas y pedregosas en el perfil, ligera a moderadamente afectados por procesos erosivos de tipo laminar, movimientos en masa y nichos de deslizamiento, pata de vaca, solifluxión, escurrimiento difuso. El drenaje natural es bueno, el régimen de humedad del suelo es údico y el de temperatura es isomésico; las texturas son variables entre franco arenosa, franco arcillosa - arenosas y franco arcillosas, influidas siempre por gravillas y cascajos; igualmente es frecuente la presencia de rocas en la superficie.

Son suelos mediana a ligeramente ácidos, haciéndose menos ácidos con la profundidad (5.6 - 6.4); con altos y muy altos contenidos de carbón orgánico en los primeros 100 centímetros, y muy bajos en las bases totales. (Alcaldía de Sotara 2013 en Línea)

### **4.1.3 Clima**

El clima es frío en Paispamba Sotara con temperaturas promedios entre los 10 a 13°C, se encuentra ubicada a 2450 msnm (Alcaldía de Sotara 2013 en Línea).

## **6. MATERIALES Y METODOS**

### **6.1 Materiales**

#### **6.1.1 Material Biológico.**

Se utilizó 5kg de semilla de maíz amarillo (*Zea mays*) 100% nativa procedente del Corregimiento de Chapa municipio de Sotara, 5 kg de cebada (*Hordeum vulgare*) variedad criolla procedente de la Ciudad de Pasto, además de 5 kg de semilla de trigo (*Triticum aestivum*) variedad criolla proveniente del municipio de Purace.

#### **6.1.2 Calidad de Semillas**

Para determinar la calidad de la semilla se realizó la prueba de porcentaje de germinación, mediante el proceso pregerminativo de hidratación en una solución inocua (agua e hipoclorito) por un tiempo aproximado de 24 horas para cebada (*Hordeum vulgare*) y trigo (*Triticum aestivum*) y 48 horas para el maíz (*Zea mays*), con lo cual se obtuvieron los siguientes resultados. La semilla de Maiz (*Zea mays*) presento un porcentaje de germinación de 88%, la cebada (*Hordeum vulgare*) 60% y por último el trigo (*Triticum aestivum*) con un 97%, valores que muestran que el material vegetativo es idóneo para medir y analizar los parámetros investigativos en campo.

### **6.2 Soluciones Nutritivas**

#### **6.2.1 Solución Comercial.**

Se empleó 500 gramos de desarrollo como solución testigo, en una concentración de 1Lt de agua por 50 gramos de fertilizante foliar.

**Tabla 5. Características del Abono Comercial**

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidad</b>
<b>N. Total</b>	30	%
<b>N. Amoniacal</b>	1.1	%
<b>N. Ureico</b>	28.9	%
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	6.0	%
<b>K<sub>2</sub>O</b>	15	%
<b>MgO</b>	0.01	
<b>Ph en Solución al 10%</b>	5.1	/

Fuente. EXIAGRO LTDA

### 6.2.2 Humus líquido.

Se utilizó aproximadamente 2 litros de Humus líquido como fertilizante foliar.

Las características del humus líquido empleado en el presente estudio se detallan en el siguiente cuadro.

**Tabla 6. Análisis químico del humus líquido**

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidad</b>
<b>Ph</b>	7.2	—
<b>N</b>	3.80	%
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	2.5	%
<b>K<sub>2</sub>O</b>	2.5	%
<b>Ca</b>	2.15	%

Fuente: Ocsa, W., Agroindustrias “Walipini” (2014).

### 6.2.3 Estiércol de vaca [te de guano]

Esta solución nutritiva orgánica se preparó en el mismo lugar donde se ejecutó el proyecto investigativo de la siguiente manera. En un recipiente plástico con una capacidad para 20 litros se depositó 5kg de estiércol de vaca, posteriormente se vierten 10 litros de agua sin cloro, continuamente se revuelve la mezcla de dos a tres veces por semana, por un periodo de tres semanas, hasta que la solución pierda el mal olor.

De este fertilizante foliar se utilizaron 2litros en una concentración de 1:10 1litro de solución orgánica por 10 litros de agua sin cloro.

**Tabla 7. Composición Química Del Estiércol (O Guano)**

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidad</b>
<b>N</b>	0.29	%
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	0.17	%
<b>K<sub>2</sub>O</b>	0.10	%
<b>Ca</b>	0.35	%

Fuente SEPAR, 2004. Boletín Estiércoles

### 6.2.4 Te de ortiga.

Al igual que el té de guano el purín de ortiga se preparó en el lugar de ejecución de la investigación del siguiente modo. En un recipiente plástico se introduce la cantidad de ortiga que desee preparar, para este caso a un kilo de ortiga fresca macerada se le agregan 10 litros de agua sin cloro, preferiblemente de fuentes naturales, la mezcla se revuelve constantemente dos a tres veces por día en un periodo de tres a cuatro semanas, hasta que no se generen burbujas de aire durante el proceso.

Para emplearlo como fertilizante foliar en la investigación se necesitó 2 litros de purín de ortiga, para lo cual se manejó la concentración de 1:10 1 litro de purín por 10 litros de agua sin cloro.

### **6.3 Materiales de Campo**

Cuaderno de anotaciones, cámara fotográfica digital, balanza digital, Bomba aspersor de 2lts, Recipientes plásticos, bolsas de polietileno, Celular, Computador, 36 bandejas plásticas, botellas y cinta métrica.

#### **6.3.1 Infraestructura**

Para el desarrollo del proyecto se construyó un invernadero con el propósito de crear un ambiente hostil de acuerdo a las exigencias requeridas por material vegetal, con dimensiones de 4mts\* 4mts, con altura aproximada de 2.70 Cmt; los materiales empleados guadua como soporte estructural, ángulos metálicos de  $\frac{3}{8}$  para el soporte de las bandejas plásticas, varillas y tornillos como anclajes, plásticos y coletas como cubiertas en techos y paredes y madera para la elaboración de la puerta de entrada y salida del invernadero.

### **6.4 Metodología**

#### **6.5 Procedimiento Experimental**

1. Selección y pesaje de las semillas de Maiz (*Zea Mays*), trigo (*Triticum aestivum*) y cebada (*Hordeum vulgare*).
2. La semilla se desinfecto con una solución de hipoclorito de sodio al 1% (10ml en 1Lt de agua). Procurando que las semillas queden sumergidas en la solución por un tiempo de 1 minuto y 30 segundos, para posteriormente ser bien enjuagadas en agua.
3. Luego se realizó el remojo de las semillas por un tiempo de 24 horas para el trigo (*Triticum aestivum*) y la cebada (*Hordeum vulgare*) y 48 horas para el Maiz (*Zea Mays*), este



proceso se divide en 2 periodos que constan de 12 horas cada uno, con una hora de oreo entre periodos.

4. Posteriormente se escurrió la semilla para evitar el excedente de agua y se procedió a la siembra de las semillas en las respectivas bandejas plásticas ubicadas en los soportes estructurales.

5. La germinación se inició a las 48 horas para las semillas de trigo (*Triticum aestivum*) y cebada (*Hordeum vulgare*), 72 horas para el Maiz (*Zea Mays*), en los primeros 6 días los riegos se realizan con una solución de agua con cal tres veces al día para evitar enfermedades ocasionadas por hongos, en los horarios 8:00 am, 12:00 pm, y 4:00pm.

6. La primera aplicación de los abonos orgánicos líquidos se realizó a partir del 6to día en una dosificación de 83ml/ bandeja, la siguiente aplicación se hizo en el noveno día con una cantidad de 90ml/ bandeja y a los 13 días con una dosis de 100ml/ bandeja, cabe resaltar que a partir del 6 día las frecuencias de riego disminuyeron en la mañana y tarde, puesto las condiciones climáticas conllevaron a esta medida.

7. La toma de datos se realiza día de por medio, tomando registro de crecimiento desde la base de la planta hasta sus hojas.

8. En el día 16 se realiza la cosecha del Forraje Verde Hidropónico, donde también se determinó el rendimiento en materia verde, realizando los debidos pesajes.

## **6.6 Tipo de Investigación**

Según Galeano (2004) “los estudios cuantitativos buscan la exactitud de mediciones o indicadores sociales con el fin de generalizar sus resultados. Trabajan fundamentalmente con el número, el dato cuantificable. De esta manera el enfoque el cual se empleará para este proyecto es de tipo cuantitativo, puesto busca evaluar el porcentaje de germinación y medir el desarrollo vegetativo de semillas forrajeras en un determinado espacio sujeto a condiciones ambientales controladas. (P. 239)

## **6.7 Diseño Experimental.**

El análisis de los datos referente a la variable desarrollo vegetativo de las semillas, mediante la aplicación de las soluciones orgánicas nutritivas se realizó a través de un Diseño completamente al azar, con una solución comercial como testigo en la investigación.

Con la ayuda de la herramienta estadística ANOVA (Análisis de Varianza), se mide la variable factor si produce efectos significativos en la variable dependiente, con lo cual se determinara si hay o no significancia en la investigación, permitiendo rechazar o aceptar las hipótesis propuestas al inicio del proyecto.

Para este proyecto se emplea el ANOVA en dos ocasiones. La primera para identificar si existen diferencias relativas en cuanto a la incidencia con la aplicación de soluciones nutritivas y la segunda como instrumento de análisis en el desarrollo vegetativo de las semillas forrajeras como lo muestran las tablas 6 y 7.

Las medias del desarrollo vegetativo fueron comparadas mediante la prueba estadística de Tukey al 5 %, donde claramente se evidencia que el mejor rendimiento en campo lo presento la semilla de cebada como lo muestra el cuadro 8 citado en el análisis de los resultados.

## **6.8 Factores de Estudio.**

Los factores de estudio que se tomaron en cuenta en el presente estudio son:

### **6.8.1 Factor A.**

Semillas Forrajeras Maiz (*Zea Mays*), trigo (*Triticum aestivum*) y Cebada (*Hordeum vulgare*)

### **6.8.2 Factor B.**

Soluciones nutritivas orgánicas (Ortiga, humus líquido y te de guano) y sus respectivas dosis (83ml, 90ml, 100ml/ bandeja)

## Croquis Experimental

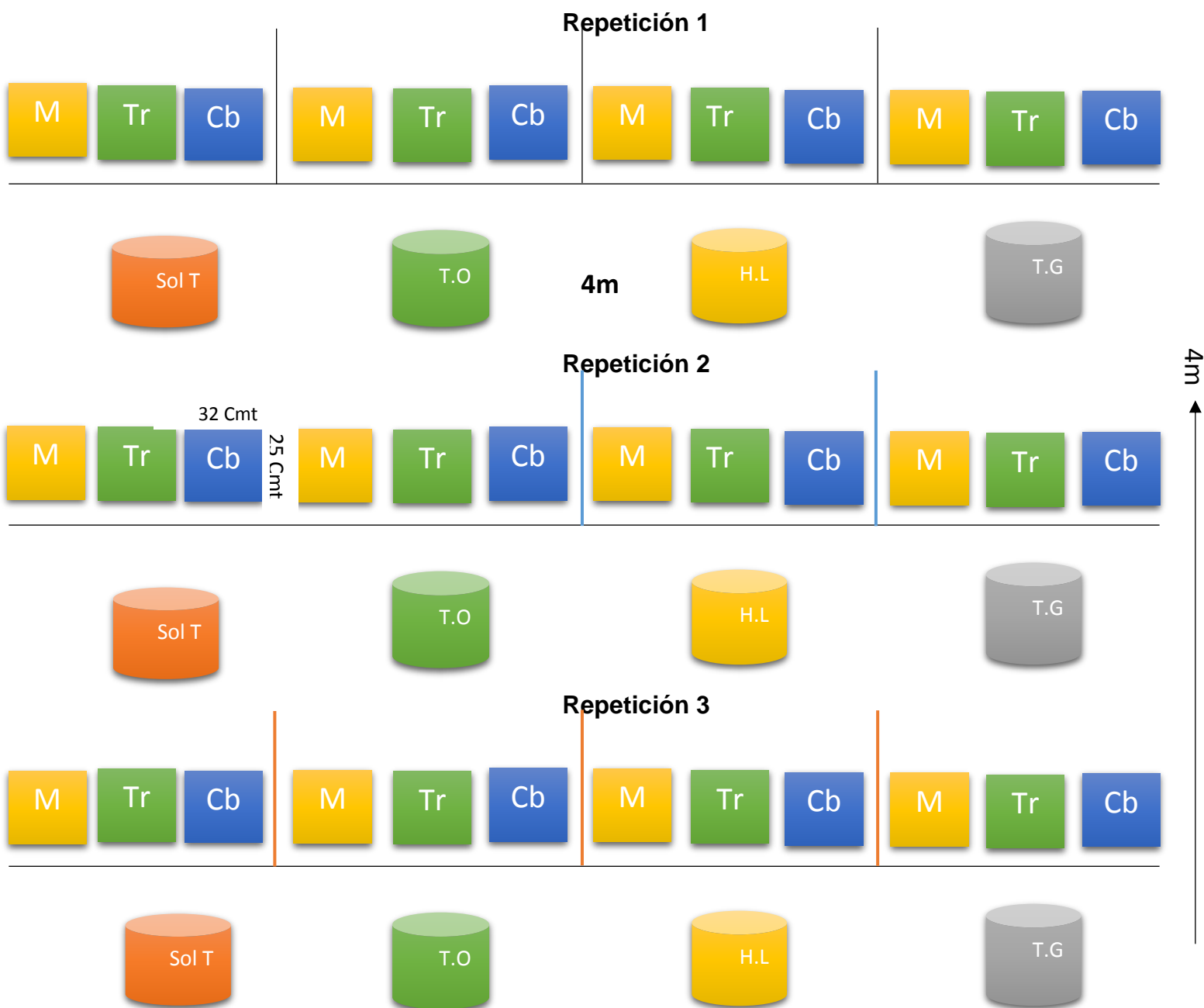


Figura 2. Croquis Experimenta

Fuente Propia

**M: Maiz**      **Sol. T**      **T. G: estiércol Vaca**  
**Tr: Trigo**    **T.O: Te de ortiga**  
**Cb: Cebada**   **H.L: Humus líquido**

**Tabla 8. Descripción de los tratamientos**

<b>Día De Aplicación</b>	<b>Dosis</b>	<b>Solución Nutritiva</b>	<b>Variedades</b>	
6	83ml/Bandeja	Solución Testigo	Maiz, Cebada	Trigo,
		Te de Ortiga		
		Humus Liquido		
		Estiércol de Vaca		
9	90ml/Bandeja	Solución Testigo	Maiz, Cebada	Trigo,
		Te de Ortiga		
		Humus Liquido		
		Estiércol de Vaca		
13	100ml/Bandeja	Solución Testigo	Maiz, Cebada	Trigo,
		Te de Ortiga		
		Humus Liquido		
		Estiércol de Vaca		

**Fuente:** Propia

## **6.9 Variables Respuesta**

### **6.10 Comportamiento agronómico**

#### **6.10.1 Porcentaje de Germinación.**

Para obtener los porcentajes de germinación, primero se hizo la selección del material vegetal y posteriormente se realizó el pesaje de cierta cantidad de semillas forrajeras Maiz (*Zea Mays*), trigo (*Triticum aestivum*) y Cebada (*Hordeum vulgare*), para luego iniciar con el proceso pregerminativo y de esta manera tomar nota de las semillas que fuesen germinando en los tiempos establecidos.

#### **6.10.2 Altura de planta.**

Se seleccionaron 6 plantas Maiz (*Zea Mays*), trigo (*Triticum aestivum*) y Cebada (*Hordeum vulgare*) del área de muestra de cada bandeja, en este caso se eligieron plantas de mayor y menor altura para poder obtener un promedio de altura de planta. La medición de la altura de planta se realizó día de por medio con la ayuda de una regla de 30 cm desde el cuello hasta el ápice de la planta, la medición se inició con la brotación de las primeras hojas hasta los 16 días.

#### **6.10.3 Rendimiento de forraje verde.**

El rendimiento de materia verde se obtuvo luego de la cosecha del forraje verde hidropónico que fue a los 16 días, pesando el forraje directamente en la balanza digital registrando el peso del forraje de cada tratamiento.

## **7. ANALISIS DE RESULTADOS**

A continuación, se presenta el análisis de los resultados obtenidos para identificar el porcentaje de germinación y desarrollo vegetativo, de las semillas de Maiz (*Zea Mays*), trigo (*Triticum aestivum*) y Cebada (*Hordeum vulgare*) en la producción de forraje verde hidropónico, teniendo en cuenta la aplicación de sustancias orgánicas (Te de ortiga, Humus líquido, te de guano) y una solución comercial, además de algunos aspectos agroclimáticos en el entorno.

### **7.1 Comportamiento Agroclimático del ambiente de producción de FVH**

Las características agroclimáticas que se tomaron en cuenta fueron la temperatura y la radiación solar.

### **7.2 Temperaturas registradas durante la producción de Forraje Verde Hidropónico.**

El registro de las temperaturas máximas y mínimas en el ambiente protegido se realizó con una aplicación móvil con la medición de temperaturas diarias, desde el 22 de octubre hasta el 05 de Noviembre del año 2018.

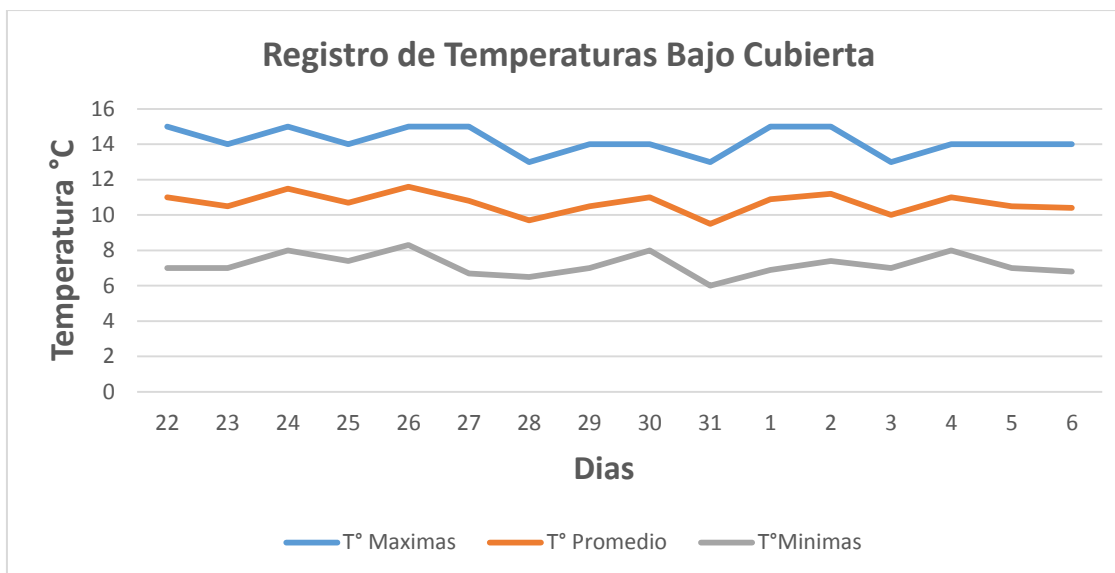


Figura 3. Registro de temperaturas bajo cubierta

Fuente: Propia

La temperatura influye sobre todos los procesos de la planta. Las temperaturas extremas afectan el rango de adaptación y la distribución de las especies. El rango óptimo es distinto para las diferentes especies. (Duran, F, 2009, p. 208)

En la figura se muestra que el promedio de temperatura es de 11°C, muy cercano al promedio de 14°C, registradas por Gallardo (1997), en su investigación en Utayapu, “estableciéndose que el ambiente protegido presenta condiciones adecuadas de temperatura para la producción de cultivos de FVH en condiciones de bajas y frías temperaturas” (p, 115).

### 7.3 Incidencia de la radiación solar sobre la producción del forraje verde Hidropónico

Duran, F. (2009). Las plantas crecen mejor cuando la luz incidente contiene la totalidad del espectro solar, que cuando tiene solamente una parte de él. La duración del día o periodo influye sobre el desarrollo vegetativo. La luz solar no debe ser excesiva, ya que causa quemazón en las plantas, principalmente en las bandejas superiores. (p.208)



En su artículo (Juárez-López, 2004) afirma que En ausencia de luz la fotosíntesis se ve afectada negativamente, por lo que la radiación solar es básica para el crecimiento vegetal, y en consecuencia, en el rendimiento final. En términos generales, un invernadero con cubierta plástica que proporcione 50 % de sombreo es suficiente para la producción de FVH.

Para esta investigación las horas luz se presentaron en ciclos cortos durante la duración del proyecto, debido a que los meses de octubre a diciembre en esta parte del departamento del Cauca, exactamente en el municipio de Sotara, son periodos de fuertes precipitaciones y bajas temperaturas, por lo cual para el techo del invernadero se empleó un plástico de tonalidad clara, para así aprovechar los escasos rayos de sol en las mañanas y de esta manera no afectar la producción de forraje verde hidropónico.

#### 7.4 Porcentajes de germinación de las semillas

Con base en los ensayos pre germinativos mencionados en la metodología, se obtienen los resultados presentes en el siguiente gráfico.

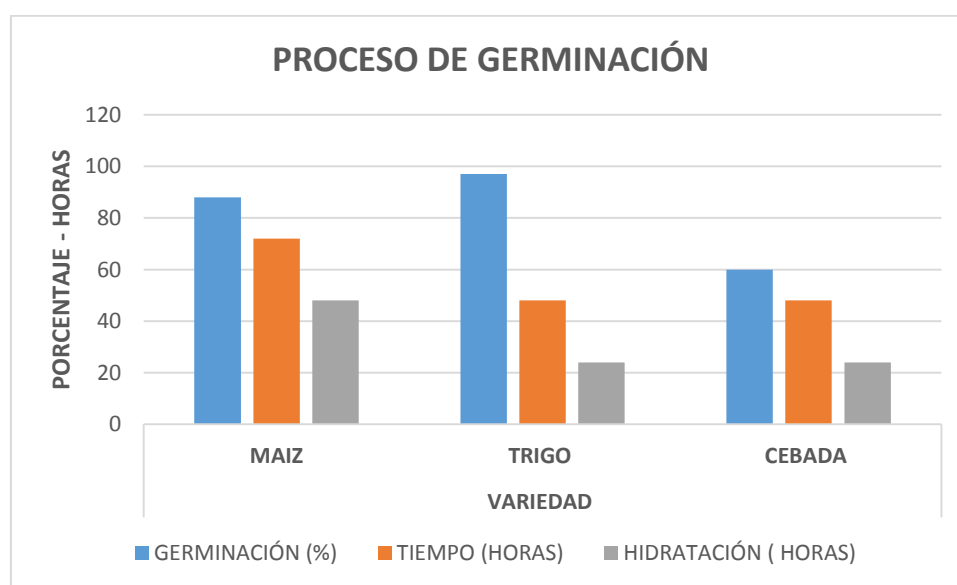


Figura 4. Proceso germinativo

Fuente: Propia

El proceso de germinación está influenciado tanto por factores internos como externos. Dentro de los factores internos están la viabilidad del embrión, la cantidad y calidad del tejido de reserva y los diferentes tipos de dormancia. Algunos de los factores externos que regulan el proceso son el grosor de la testa, disponibilidad de agua, temperatura, tipos de luz, inocuidad, edad y origen. El estudio de la biología y fisiología de las semillas es de vital importancia para el hombre, ya que la mayoría de las especies cultivadas como los cereales son propagadas a partir de semillas sexuales. (Russo et ál. 2010. Citado por Suarez, D Y Melgarejo M, 2014)

En el proyecto investigativo se realizó un proceso de hidratación de las semillas para permitir acelerar la germinación de las variedades; para el caso del trigo (*Triticum aestivum*) y la cebada (*Hordeum vulgare*) su duración fue de 24 horas y 48 para el maíz (*Zea Mays*), esto debido a la “capacidad que poseen algunas semillas para retrasar el proceso de germinación hasta que las condiciones ambientales sean ideales, a esta actividad se le conoce como dormancia. (Coopeland y McDonald 1995. Citado por Suarez, D Y Melgarejo M, 2014)”. La dormancia está directamente relacionada con la absorción de agua por parte de la semilla, que a su vez involucra la presencia de la testa y permeabilidad que esta tenga al intercambio gaseoso. (Bewley y Black 1994; Finch-Savage y Leubner-Metzger 2006. Citado por Suarez, D Y Melgarejo M, 2014). De acuerdo a los autores citados la cebada (*Hordeum vulgare*) y el trigo (*Triticum aestivum*), son semillas más permeables que absorben fácilmente el agua bajo condiciones normales, acelerando su proceso de germinativo a 48 horas en campo, tiempo en el cual se ven sus primeros brotes equivalentes a un 97 y 60%. Respecto al maíz (*Zea Mays*), puede presentar problemas de permeabilidad por considerarse una semilla dura, no obstante su tiempo de hidratación fue mayor a las anteriores variedades, pero con un 88% de germinación idóneo para la formación de nuevas plantas.

### 7.5 Desarrollo vegetativo

El desarrollo se considera sinónimo de morfogénesis. El desarrollo (o morfogénesis) puede, por lo tanto, definirse como el conjunto de cambios graduales y progresivos en tamaño (crecimiento), estructura y función (diferenciación) que hace posible la transformación de un cigoto en una planta completa. (Neyoy C, 2012, En línea)

**Tabla 9. Análisis de Varianza Para establecer diferencias Significativas en el desarrollo vegetativo.**

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1452,9	2	726,4	34	0,00	3,08
Dentro de los grupos	2218,4	105	21,1			
<b>Total</b>	<b>3671,4</b>	<b>107</b>				

Nivel de Significancia: 0.05%

El análisis de varianza para el crecimiento de las variedades muestra que el valor F calculado, es mayor al valor F crítico, por lo que la variable factor presenta incidencia representativa en la investigación, además el nivel de significancia es menor a 0.05%, con lo que se asume que en al menos un grupo existe una diferencia con una probabilidad del 95%

**Tabla 10. Análisis de Varianza Para establecer diferencias significativas en las sustancias nutritivas**

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	18,07692308	3	6,0	0,17	0,9	2,70
Dentro de los grupos	3481,307692	100	34,8			
<b>Total</b>	<b>3499,384615</b>	<b>103</b>				

El análisis de varianza para establecer diferencias significativas entre las sustancias nos muestra que el valor de F calculado es mucho menor al valor crítico para F, por lo que la variable factor no produce efectos significativos en la variable dependiente. Además el nivel de significancia o probabilidad es mayor a 0.05%, con lo que se asume la hipótesis nula donde justifica que no existen diferencias representativas en el promedio con probabilidad del 95%.

**Tabla 11. Prueba estadística Tukey**

<b>Grupos</b>	<b>Cuenta</b>	<b>Promedio Cmt</b>	<b>Varianza</b>
<b>Maiz</b>	36	5,5	3,02628
<b>Trigo</b>	36	18,5	30,54942
<b>Cebada</b>	36	20	29,80884

Resumen Anova

De acuerdo al prueba estadística Tukey que se muestra en la tabla 8, se evidencia una diferencia de alturas entre variedades, siendo la cebada (*Hordeum vulgare*) con un promedio de 20 centímetros la que mejor desarrollo vegetativo obtuvo frente a los 18 y 5 centímetros que alcanzaron el trigo (*Triticum aestivum*) y maíz (*Zea Mays*), al cabo de 15 de haber germinado bajo condiciones controladas.

## 7.6 Interpretación de Graficas

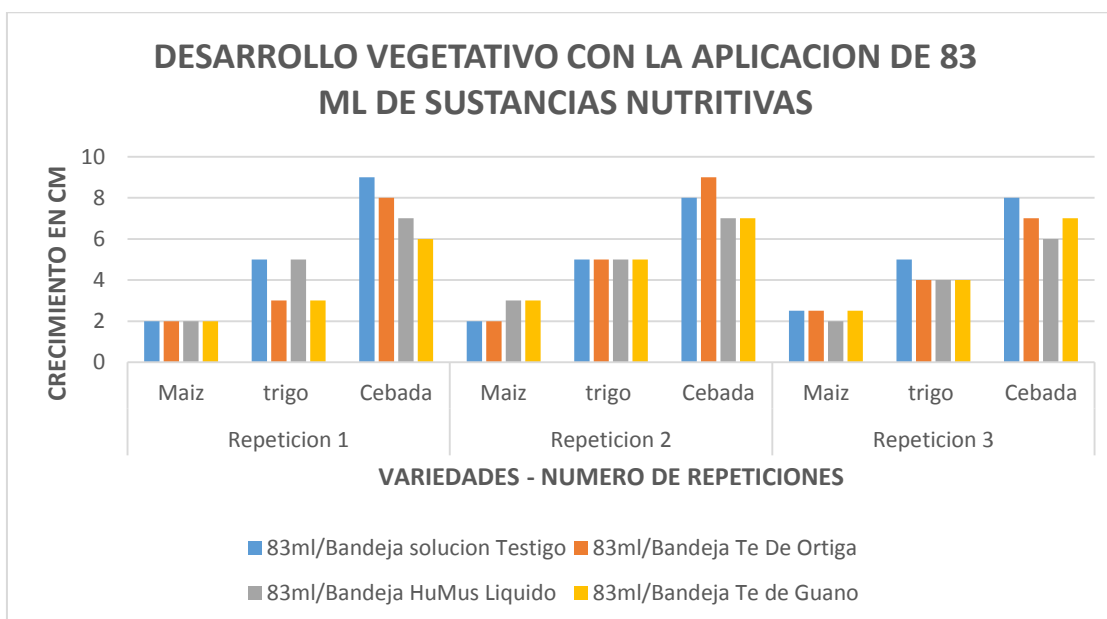


Figura 5. Desarrollo vegetativo con la aplicación de 83 ml de sustancia nutritiva.

Fuente: Propia

Utilizando 83 ml/bandeja de cada sustancia (solución testigo, te de ortiga, humus líquido y te de guano), en la producción de forraje verde de maíz (*Zea Mays*), trigo (*Triticum aestivum*) y cebada (*Hordeum vulgare*), se logra evidenciar los siguientes resultados:

La semilla que mayor rendimiento presento durante las tres repeticiones en campo fue la cebada (*Hordeum vulgare*), con un crecimiento promedio de 8 centímetros de altura, donde la sustancia orgánica que mayor incidencia tuvo, con referencia a la solución testigo fue el té de ortiga en la cantidad ya mencionada. En segundo lugar se encuentra el trigo (*Triticum aestivum*), con un crecimiento promedio de 4 centímetros; la sustancia nutritiva que mejor actuó durante este proceso fue el humus líquido, tal como se evidencia en la repetición 1, cabe resaltar que en las réplicas (2, 3), las tres sustancias orgánicas tuvieron influencia similar sobre esta variedad; por último se observa el bajo rendimiento de la semilla de maíz (*Zea*

Mays), en las tres repeticiones echas en campo, donde muestra un crecimiento promedio de 2 centímetros aplicando las cuatro sustancias nutritivas.

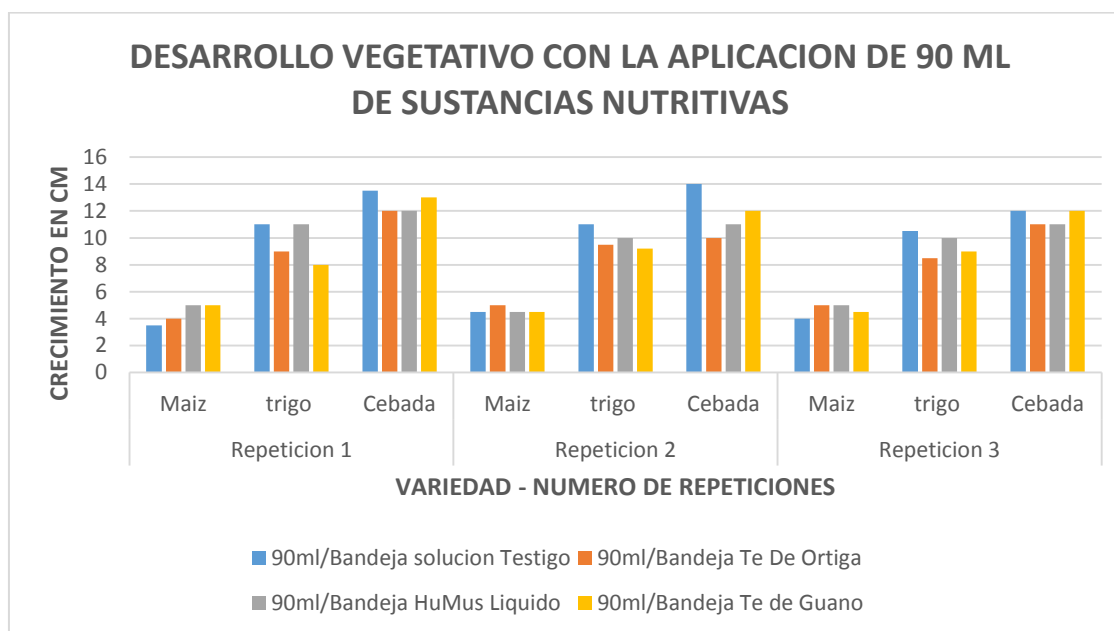


Figura 6. Desarrollo vegetativo con la aplicación de 90 ml de sustancia nutritiva.

Fuente: Propia

Empleando 90 ml/bandeja de cada sustancia (solución testigo, te de ortiga, humus líquido y te de guano), en la producción de forraje verde de maíz (*Zea Mays*), trigo (*Triticum aestivum*) y cebada (*Hordeum vulgare*), se logra evidenciar los siguientes resultados:

De acuerdo a la información que presenta la gráfica 6, muestra que la cebada (*Hordeum vulgare*), es la semilla que mejor rendimiento presenta con respecto a las otras dos, al cabo del onceavo día de germinación su crecimiento promedio es de 12 centímetros, la sustancia que mejor efecto ha causado en las semillas es él te de guano (estiércol de vaca), comparándolo con la solución testigo empleada en la investigación, de acuerdo a esta respuesta se prevé que la cantidad de sustancia orgánica aplicada ha favorecido de manera regular el crecimiento del FVH.

Con respecto al trigo (*Triticum aestivum*) su desarrollo vegetativo alcanzo los 10 centímetros, siendo el humus líquido la sustancia nutritiva que mejor ha sido asimilada para su proceso de crecimiento; el maíz (*Zea Mays*) por su parte no ha desarrollado un continuo y constante crecimiento al observar que solo mide 5 centímetros de altura desde el día de su germinación.

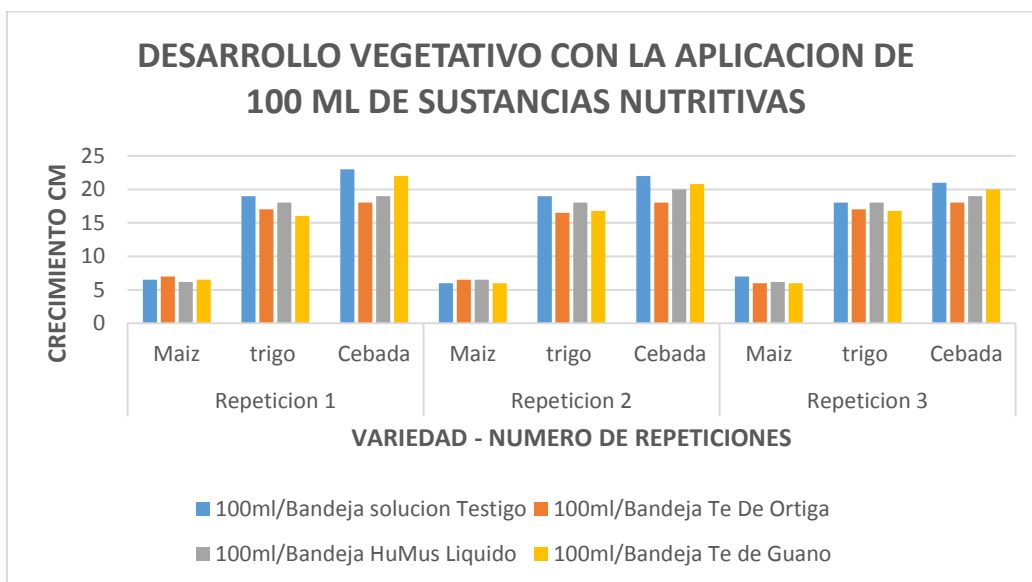


Figura 7. Desarrollo vegetativo con la aplicación de 100 ml de sustancia nutritiva.

Fuente: Propia

Empleando 100 ml/bandeja de cada sustancia (solución testigo, te de ortiga, humus líquido y te de guano), en la producción de forraje verde de maíz (*Zea Mays*), trigo (*Triticum aestivum*) y cebada (*Hordeum vulgare*), se logra evidenciar los siguientes resultados:

Al cabo de 15 días tiempo estimado para la producción de forraje verde, se observa que la cebada (*Hordeum vulgare*) es la semilla que mejor rendimiento presento durante la investigación, con un crecimiento final de 20 centímetros, siendo él te de guano la solución biológica que permitió una óptima producción de FVH.

Para el caso del trigo (*Triticum aestivum*) su promedio de altura fue 18 centímetros, la sustancia nutritiva que mejor efecto género es el humus líquido, el cual actuó de manera constante y regular en el crecimiento de la semilla. Por último, se puede observar que durante las 3 dosificaciones de sustancias biológicas el maíz (*Zea Mays*), no logro un desarrollo deseado y tan solo alcanzo 6 centímetros de altura durante los 15 días.

El origen y características de las semillas es un aspecto a tener en cuenta dentro de la producción de forraje verde hidropónico, el bajo rendimiento de la semilla de maíz (*Zea Mays*), se vio afectada por factores tales como su longevidad, viabilidad y ciclo vegetativo, Esta semilla según las comunidades campesinas es de ciclo largo lo que hace más lento su germinación y crecimiento en campo, además por ser una semilla 100% nativa, es recolectada y almacenada por mucho tiempo bajo condiciones no favorables, lo cual disminuye sus características reproductivas.

**Tabla 12. Rendimiento de Forraje Verde Hidropónico**

<b>Variedad</b>	<b>Densidad Siembra gr/ Bandeja</b>	<b>Peso Materia Seca/kg</b>
<b>Maiz</b>	450 gr	2.8 kg
<b>Trigo</b>	420 gr	3.2 kg
<b>Cebada</b>	430 gr	3.8 kg

**Fuente:** Propia

Luego de haber transcurrido los 15 días hábiles estimados para la evaluación de porcentajes de germinación y desarrollo vegetativo de las semillas forrajeras, se realiza el respectivo pesaje de materia verde con el propósito de analizar su rendimiento bajo determinados parámetros. Como se observa en el cuadro 9 la cebada es la semilla que mejor resultado presento en una relación 1:4.



Trabajos de validación de tecnología sobre F.V.H., han obtenido cosechas de 8 a 10 kilos de F.V.H. producidos por cada kilo de semilla utilizada a los 15 días de instalado el cultivo y en una situación climática favorable para su desarrollo (Sánchez, 2004). Los rendimientos que se obtuvieron en el proyecto no distan de significativamente en los trabajos de validación citados por el autor de acuerdo a los parámetros productivos en hidroponía, por lo que la cebada (*Hordeum vulgare*) y el trigo (*Triticum aestivum*) son las semillas forrajeras que mejor se adaptaron a las condiciones establecidas en la investigación.

## 8. CONCLUSIONES

A continuación se dan los resultados obtenidos en la investigación los cuales conllevan a las siguientes conclusiones:

Los factores de temperatura y humedad del ambiente protegido en la investigación presentaron en varias oportunidades variación, lo cual de cierta manera determinaron la duración y las frecuencias de los riegos, por lo cual se debió realizar monitoreos continuos para obtener forraje verde en 15 días.

Los porcentajes germinativos que se obtuvieron en la primera fase del proyecto indicaron que la semilla de trigo (*Triticum aestivum*), fue la que mejor resultados presento con un porcentaje promedio 97%, datos estadísticos idóneos para la siembra en las respectivas unidades experimentales.

En la evaluación de la variable desarrollo vegetativo de las semillas forrajeras, se observó una diferencia, donde la variedad de cebada (*Hordeum vulgare*), presento un mayor alcance de altura en las distintas dosis de soluciones nutritivas orgánicas con un promedio de 20 cm superando a la del trigo (*Triticum aestivum*) que alcanzo 18 cm y solo 6cm el maíz (*Zea Mays*).

De acuerdo a los resultados en campo, las soluciones nutritivas que mejor efecto presentaron en las semillas fueron el estiércol de vaca y humus líquido en concentraciones 1:10, la primera incidiendo notoriamente en el crecimiento de la cebada (*Hordeum vulgare*) y la segunda en el desarrollo del trigo (*Triticum aestivum*).

La semilla de maíz (*Zea Mays*), fue el material vegetal que peor resultados obtuvo en campo, con un crecimiento de tan solo 6 cm al cabo de 15 días, por lo que difiere de su buen

porcentaje germinativo, aspecto como su longevidad, viabilidad, ciclo vegetativo, recolección y almacenaje bajo condiciones no inocuas incidieron en su desarrollo durante la investigación.

Los rendimientos de materia verde que se obtuvieron en el proyecto no distan significativamente de los trabajos de validación citados por (Sánchez, 2004), “donde valida cosechas de 8 a 10 kilos de F.V.H. producidos por cada kilo de semilla utilizada a los 15 días de instalado bajo parámetros productivos en hidroponía” (p.43).

El Forraje Verde Hidropónico se constituye en una alternativa importante, para la producción de forraje verde y de acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo, la aplicación de soluciones orgánicas fue positivo y no presento problemas fitosanitarios en el forraje producido.

## 9. BIBLIOGRAFIA

- Agropecuaria.org, El trigo, cultivos Y cosecha. Consultado (01 Noviembre 2018). Del Sitio Web <http://www.agropecuario.org/agricultura/trigo>.
- Amaguaña, F. (2012). Evaluación de los forrajes hidropónicos de cebada ( *Hordeum Vulgare*) y trigo ( *Triticum Vulgare*) en condiciones de fertilización orgánica y mineral.(Tesis de pregrado). Universidad de Nariño, Facultad de ciencias Pecuarias, San Juan de Pasto, Colombia
- Biohuerto. (21 Mayo 2017). Beneficios del purín de ortiga y de cola de caballo. [Mensaje en Blog]. Recuperado de <https://www.biohuerto.es/blog/beneficios-del-purin-de-ortiga-de-cola-de-caballo/>.
- CALDERÓN SÁENZ F. (10 Noviembre 2002). La cascarilla de arroz "caolinizada": una alternativa para mejorar la retención de humedad como sustrato para cultivos hidropónicos. [Mensaje en un Blog]. Recuperado de [http://www.drcalderonlabs.com/Investigaciones/Cascarilla\\_Caolinizada/La\\_Cascarilla\\_Caolinizada.htm](http://www.drcalderonlabs.com/Investigaciones/Cascarilla_Caolinizada/La_Cascarilla_Caolinizada.htm).
- Cantunta, T. (2015). *Efecto del abono orgánico líquido de humus en la producción de forraje verde hidropónico de cebada (hordeum vulgare) en condiciones de invernadero* (Tesis de Pregrado). Universidad Mayor de San Andres. La Paz, Bolivia.
- Catrileo, S. A; Rojas, G. C y Matus, C.J. (2001, Febrero 11). Evaluación de la producción y calidad de cebada sembrada sola y asociada a especies forrajeras para la producción de ensilaje. *Scielo*. Recuperado de [http://www.scielo.cl/cielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S03658072003000200000&lng=es&nrm=isocias](http://www.scielo.cl/cielo.php?script=sci_arttext&pid=S03658072003000200000&lng=es&nrm=isocias)
- Chilon, E. (1997). *Manual de fertilidad de suelos y nutrición de plantas*. La Paz. Bolivia: CIDAT.
- Duran, F. (2009). *Cultivo de pastos y forrajes Silvopastoriles – forraje verde hidropónico*. La Paz. Bolivia: Latino Editores. p. 208-212.
- Colon, A. (2009). *Evaluación de híbridos de tomate (Lycopersicon esculentum mill.) en hidroponía aplicando Bioestimulante Jisamar en el cantón la libertad*” (Tesis de pregrado). Universidad Estatal Península De Santa Elena. La Libertad, Ecuador.
- Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2001). *Manual Técnico Forraje Verde Hidropónico*. Santiago, Chile. (p. 68.)

- Fortunecity. (1999). *Algunas ventajas del cultivo hidropónico*. En línea. Recuperado de [http://www.oni.escuelas.edu.ar/2002/buenosaires/hidroponia/ventajas\\_y\\_desventajas.htm](http://www.oni.escuelas.edu.ar/2002/buenosaires/hidroponia/ventajas_y_desventajas.htm)
- Gallardo, G. (1997). *Producción de Forraje Verde Hidropónico de Cebada (Hordeum vulgare) en ambiente controlado, con tres soluciones nutritivas en dos Concentraciones*. (Tesis de Grado) Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. p. 115. La Paz, Bolivia.
- Galeano, M. (2004). *Estrategias de investigación social cualitativa*. Medellín, Colombia: La carreta
- García, A. (2005). *Efecto de abonos orgánicos en el rendimiento y calidad del forraje verde hidropónico*. (Tesis de Pregrado). Universidad Autónoma Agraria. Buena Vista, México.
- Gonzales, E & Ceballos, J (2014). *Evaluación de la producción de forraje verde hidropónico con fertilización orgánica (humus líquido) en dos variedades de Maíz (Zea Mays) bajo condiciones de invernadero*. (Tesis de pregrado). Facultad de Ciencias Agrícolas, San Juan de Pasto, Colombia.
- IICA, (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). (1999). *Lombricultura y Abonos Orgánicos: Simposium Internacional de Lombricultura*. (p. 20-40)
- Infoagro. *Generalidades del Maíz Hidropónico*. Recuperado de <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz2.htm>
- Izquierdo, J. (11 noviembre 2001). El forraje verde hidropónico (FVH) como tecnología apta para pequeños productores agropecuarios. [Mensaje en un blog]. Recuperado <http://www.elmejorguia.com/hidroponia/Forraje/Verde/Hidroponico.htm>.
- Luna, R. (2013). *Rendimiento del cultivo de cebada (Hordeum vulgare) Forrajera verde en relación a tres métodos de producción hidropónica estándar*. Tesis Lic. Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. (p. 63)
- La Molina. (2005). Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral. (Mensaje en un blog). Recuperado de <http://www.lamolina.edu.pe/FACULTAD/ciencias/hidroponia/default.htm>
- Marulanda, C. H. (2003). *Hidroponía Familiar: Cultivo De Esperanzas con Rendimientos de Paz. Colombia*. Santiago, Chile: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [Municipio de Sotara, 2013]. Alcaldía de Sotara. . Extraído 03 Enero, 2019. Del Sitio Web [www.sotara-cauca.gov.co/.../plan-municipal-de-gestin-del-riesgo-municipal](http://www.sotara-cauca.gov.co/.../plan-municipal-de-gestin-del-riesgo-municipal).

- Neyoy, C (2012). Apuntes de Fisiología Vegetal. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <http://fisiolvegetal.blogspot.com/2012/10/crecimiento-y-desarrollo.html>.
- Parra, C. (2008). *Caracterización de poblaciones microbianas en dos tipos de estiércol, durante el proceso de compostaje*. (Tesis de grado). Microbiología Agrícola y Veterinaria. Pontificia Universidad Javeriana. Sede Bogotá, Colombia. (p. 208)
- P.D.L.A. (Ed.). (2006). *Producción de Forrajes Programa de Desarrollo Lechero del Altiplano*. La Paz, Bolivia: Industrias graficas Imágenes Srl. (p.103)
- Pérez, L. S., Rivera, J. R. E., Rangel, P. P., Reyna, V. d. P. Á., Velázquez, J., Armando Meza, Martínez, J., Rodolfo Vel, & Ortiz, M. M. (2012). Rendimiento, calidad nutricional, contenido fenólico y capacidad antioxidante de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*) producido en invernadero bajo fertilización orgánica. *Interciencia*, 37(3), 215-220. Retrieved from <https://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2357/docview/1015334980?accountid=48784>
- Píccolo, M. A., Coelho, F., Gravina, G. d. A., Marciano, C. R., & Rangel, O. J. P. (2013). Produção de forragem verde hidropônica de milho, utilizando substratos orgânicos e água residuária de bovinos/Production of hydroponic maize forage using organic substrates and cattle wastewater. *Revista Ceres*, 60(4), 544-551. Retrieved from <https://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2357/docview/1446333231?accountid=48784>
- Quispe, A. (2013). *Rendimiento de cebada y avena como Forraje Verde Hidropónico en relación a la densidad de siembra en carpa solar*. (Tesis Lic. Ing. Agr). Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. (p. 63)
- Resh, H. (Ed). (1997). *Cultivos Hidropónicos*. Mundi Prensa: Barcelona, España. (p. 508)
- RESH HM. (2003). *Cultivo de fresa en sistema de columnas*. (En línea). Recuperado de [http://groups.msn.com/hidroponia/modosdecultivo.msnw?Action=get\\_message&mview=0&ID\\_Message=10727&LastModified=4675530497498790782](http://groups.msn.com/hidroponia/modosdecultivo.msnw?Action=get_message&mview=0&ID_Message=10727&LastModified=4675530497498790782)
- RODRÍGUEZ DELFÍN A. et al. (Ed). (2004). *Manual práctico de hidroponía*. Mekanobooks: Lima Perú. (99 p).
- Rojas, F. (2007). *Botánica Sistemática*. La Paz, Bolivia. (p. 124)
- SAMPERIO RUÍZ G. (Ed). (1999). *Hidroponía básica: el cultivo fácil y rentable de plantas sin tierra*. México, Diana. (153 p)
- Sánchez, C.R. (Ed). (2004). *Hidroponía Paso a Paso- Cultivo sin tierra*. Ripalme: Lima, Perú. (p.135)
- Sánchez, C. R. (Ed). (04 Julio 2005). Hidroponía. [Mensaje en un blog] Recuperado de [www.mtss.gub.uy](http://www.mtss.gub.uy)

- SANCHEZ DEL CASTILLO, Felipe; MORENO PEREZ, Esaú del Carmen; CONTRERAS MAGANA, Efraín y MORALES GOMEZ, Joaquín. Producción de forraje hidropónico de trigo y cebada y su efecto en la ganancia de peso de borregos. Rev. Chapingo Ser.Hortic [online]. 2013, vol.19, n.4, pp.35-43. ISSN 2007-4034.
- Suarez, D Y Melgarejo M. (16 Mayo 2014). Biología Y Germinación De Semillas. *Universidad Nacional de Colombia*. Recuperado de file:///C:/Users/user1/Downloads/Biologiaygerminaciondesemillas.pdf.
- Sepúlveda, R. 1994. Notas Sobre Producción de Forraje Hidropónico. Santiago, CL. p. 45.
- Schuldt, M. (Ed). (2006). *Lombricultura*. Mundi-Prensa: Madrid, España. (p. 13-15)
- UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA UNALM PE. (2005). Qué es hidroponía. Recuperado de [http://www.lamolina.edu.pe/FACULTAD/ciencias/hidroponia/que\\_es\\_hidropon%EDa.htm](http://www.lamolina.edu.pe/FACULTAD/ciencias/hidroponia/que_es_hidropon%EDa.htm)
- URRESTARAZU GAVILÁN M. (Ed). (2000). *Manual de cultivo sin suelo*. Mundi-Prensa: Madrid, España. (635 p)
- Zagal-Tranquilino, Marcelino, Martínez-González, Sergio, Salgado-Moreno, Socorro, Escalera-Valente, Francisco, Peña-Parra, Bladimir, & Carrillo-Díaz, Fernando. (2016). Producción de forraje verde hidropónico de maíz con riego de agua cada 24 horas. *Abanico veterinario*, 6(1), 29-34. Recuperado en 01 de noviembre de 2018, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2448-61322016000100029&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-61322016000100029&lng=es&tlng=es).

## 10. ANEXOS

### Anexo A. Invernadero







Resultados del Proyecto aplicado desarrollado en Paispamba Cabecera municipal de Sotara

Fuente: El autor

### Anexo B. Material Biológico





Resultados del Proyecto aplicado desarrollado en Paispamba Cabecera municipal de Sotara

Fuente: El autor

#### Anexo C. Proceso de germinación de las semillas



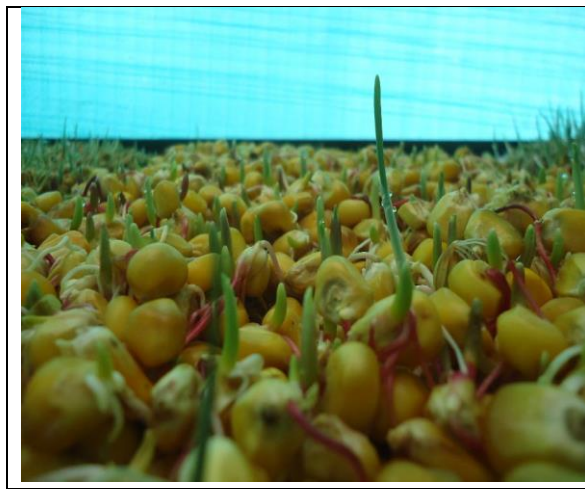
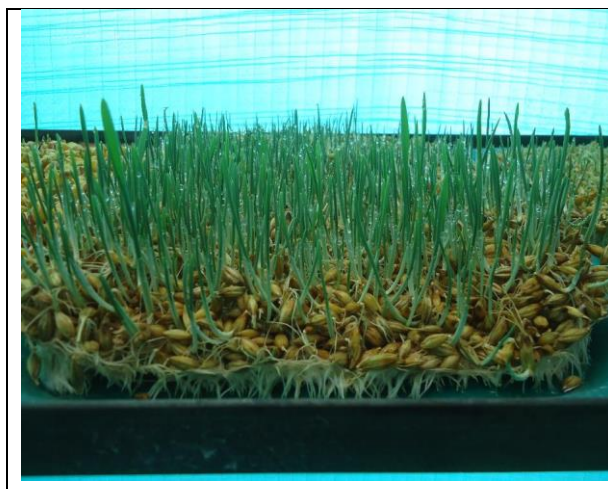




Resultados del Proyecto aplicado desarrollado en Paispamba Cabecera municipal de Sotara

Fuente: El autor

#### Anexo D. Desarrollo Vegetativo (5to día)



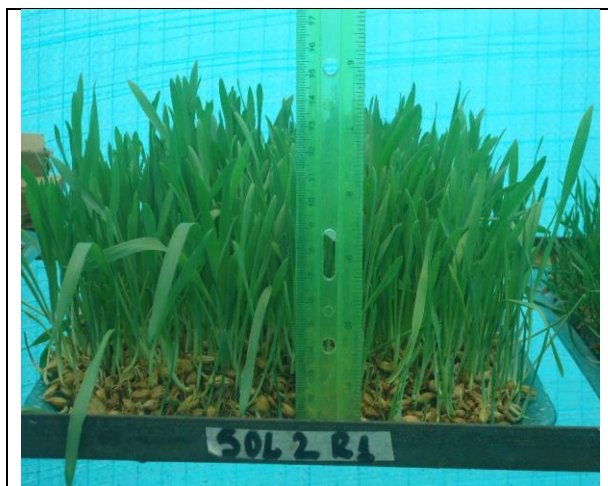
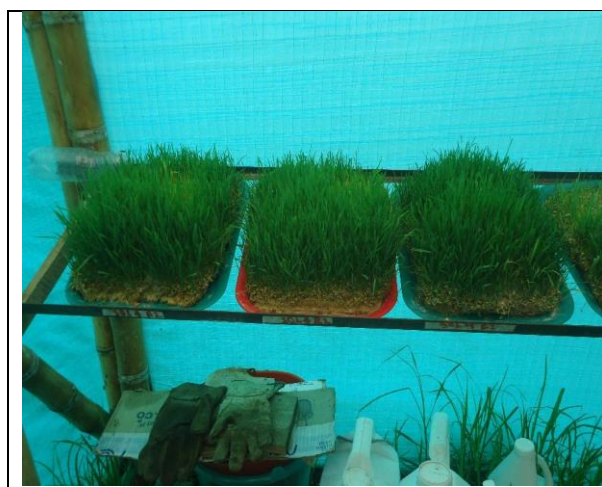


Resultados del Proyecto aplicado desarrollado en Paispamba Cabecera municipal de Sotara

Fuente: El autor



### Anexo E. Producción de Forraje verde hidropónico 15 días



Resultados del Proyecto aplicado desarrollado en Paispamba Cabecera municipal de Sotara

Fuente: El autor

## Anexo F. Palatabilidad del forraje verde hidropónico



Resultados del Proyecto aplicado desarrollado en Paispamba Cabecera municipal de Sotara

Fuente: El autor





## RESUMEN ANALITICO EDUCATIVO RAE

<b>Título del texto</b>	Evaluación De Los Procesos De Germinación Y Desarrollo Vegetativo De Semillas Forrajeras Mediante La Aplicación De Sustancias Nutritivas Biológicas, A Través De La Técnica De Cultivo Hidropónico Bajo Cubierta En El Municipio De Sotará.
<b>Nombres y Apellidos del Autor</b>	Ivan Fernando Ortega Guerrero
<b>Año de la publicación</b>	2019
<b>Resumen del texto:</b>	
<p>El presente proyecto tiene como finalidad evaluar el porcentaje de germinación y medir el desarrollo vegetativo de semillas forrajeras, mediante la técnica de cultivo hidropónico bajo cubierta, el cual permite cultivar plantas sin usar suelo agrícola, que es reemplazado por un sustrato inerte donde los nutrientes que necesita la planta para su desarrollo y producción son entregados en el riego.</p> <p>Para la producción de Forraje Verde Hidropónico se utilizaron bandejas de material plástico, 5 kilos de material vegetal para cada semilla distribuidas igualmente [trigo, cebada y Maiz], posteriormente se realizaron actividades de selección y desinfección de las semillas con hipoclorito de sodio al 1%, para luego ponerlas en remojo, después de 24 horas se procede a la siembra en las bandejas en el ambiente hidropónico.</p> <p>La germinación se inició al segundo y tercer día de instalado el experimento, donde se pudo evaluar los porcentajes de germinación respectivamente, los riegos se realizaron 3 veces al día con agua en mezcla con cal para prevenir los hongos.</p> <p>Las primeras aplicaciones del abono orgánico líquido de ortiga, guano y humus se realizó a partir del Sexto, onceavo y treceavo día con diferentes cantidades, después de 15 días se realizó la cosecha del Forraje Verde Hidropónico, determinándose el rendimiento para cada semilla.</p> <p>Para el cumplimiento de los objetivos planteados en la propuesta investigativa se empleó una metodología de tipo cuantitativo que permite la medición de variables e indicadores sociales con el fin de generalizar resultados. Finalmente se logró evaluar los porcentajes germinativos, desarrollos de las plantas y la eficiencia de las sustancias nutritivas orgánicas utilizadas en la técnica hidropónica de cultivo.</p> <p>En cuanto a las variables de análisis se obtuvo que la semilla que mayor porcentaje de germinación presento fue el trigo con un 97%, seguida del Maiz con 88% y por último la cebada con un 60%, con respecto al desarrollo vegetativo la semilla que mejor crecimiento mostro, fue la cebada con un promedio de 20 centímetros, seguida del trigo con 18 centímetros y por último el Maiz con tan solo 6 centímetros. En cuanto a los factores incidentes en el proceso investigativo la solución nutritiva a base de estiércol de vaca fue la que mejor se ajustó a las exigencias nutricionales de las semillas.</p>	
<b>Palabras Claves</b>	Cultivo Hidropónico, Forraje verde hidropónico, Germinación, Desarrollo Vegetativo, Semillas Forrajeras, Sustrato, sustancia nutritiva
<b>Problema que aborda el texto:</b>	
Durante mucho tiempo el municipio de Sotara ha sido una región que basa su economía en el sector agropecuario, los modelos productivos son convencionales y nada novedosos, por lo que en varias ocasiones el sector se ha visto afectado por factores económicos y ambientales durante muchos	



años. Desde esta perspectiva se formuló el proyecto, el cual tiene como finalidad innovar y buscar alternativas sostenibles en el entorno agropecuario del municipio de Sotará, que contribuyan con el progreso de las comunidades dedicadas a los modelos convencionales, donde prevalecen los altos costos productivos, el uso inadecuado los recursos naturales, escasas de alimento en periodos secos en la región.

Se ha propuesto con esta investigación incentivar a los productores de la región para que implementen la diversificación de cultivos de manera dinámica, expandan sus conocimientos investigativos, creen alternativas sostenibles partiendo de necesidades comunes, teniendo en cuenta la alta disponibilidad de recursos naturales con los que cuenta el municipio.

Bajo esta idea de trabajo se pretende el aprovechamiento de los espacios de las fincas, la disponibilidad de recursos, la disminución de productos químicos para las fertilizaciones y control de plagas y enfermedades, además de la variabilidad de semillas que se pueden trabajar en periodos relativamente cortos dependiendo los aspectos climatológicos de la zona y condiciones externas que favorezcan la productividad de las mismas.

Con el desarrollo de este proyecto se prevé que los campesinos día a día vayan tecnificando sus unidades productivas, con el objetivo de mejorar su calidad de vida y la de futuras generaciones, partiendo de iniciativas investigativas en campo, que mitiguen los factores adversos en los ecosistemas que de una u otra manera han ido afectando los entornos naturales, sociales y económicos de muchas comunidades en Sotara.

De esta manera la metodología aplicativa fortalecer los conocimientos de una serie de personas que por mucho tiempo han trabajado bajo los mismos modelos convencionales productivos, los cuales han ido perdiendo el auge debido a la nueva estrategia relacionadas al sector agropecuario.

#### **Objetivos del texto:**

##### **Objetivo General**

Evaluar el porcentaje de germinación y medir el desarrollo vegetativo de semillas de trigo, cebada y maíz mediante la aplicación de soluciones nutritivas biológicas, a través la técnica de cultivo hidropónico bajo cubierta en el municipio de Sotara.

##### **Objetivos Específicos**

- Identificar las semillas forrajeras que presentan mayor porcentaje de germinación y desarrollo vegetativo bajo condiciones dadas en cubierta.
- Reconocer las concentraciones y soluciones nutritivas líquidas que evidencien resultados óptimos en intervalos periódicamente cortos
- Fomentar la investigación e innovación relacionada con estrategias productivas en el sector agropecuario.

#### **Hipótesis planteada por el autor:**

De qué manera la técnica de cultivos hidropónicos bajo cubierta permite el desarrollo del sector agropecuario y crea alternativas sostenibles en el municipio de Sotara?

#### **Tesis principal del autor:**

Evaluación De Los Procesos De Germinación Y Desarrollo Vegetativo De Semillas Forrajeras Mediante La Aplicación De Sustancias Nutritivas Biológicas, A Través De La Técnica De Cultivo Hidropónico Bajo Cubierta En El Municipio De Sotará.

**Argumentos expuestos por el autor:**

Los argumentos expuestos hacen parte de una necesidad productiva y sostenible en el sector agropecuario en el municipio de Sotara, por lo que se plantea una alternativa novedosa con la utilización de la técnica de hidroponía bajo cubierta, utilizando semillas forrajeras de un buen contenido nutricional en la dieta de los animales, esta técnica de cultivo permite aprovechar espacios en fincas de extensiones pequeñas, racionalización de los recursos hídricos, disminución del uso de fertilizantes químicos, reducción de costos y diversificación de especies alimenticias agrícolas.

Los aspectos metodológicos y procedimientos experimentales investigativos del proyecto conllevaron a la elaboración de un invernadero sencillo hecho con materiales de fácil adquisición, además de elementos tales como semillas forrajeras, bandejas plásticas y las soluciones nutritivas orgánicas también elaboradas en la finca.

Bajo parámetros investigativos se ejecuta las actividades previas en busca de evaluar el porcentaje y desarrollo vegetativo de las semillas de maíz (*Zea Mays*) trigo (*Triticum aestivum*) y cebada (*Hordeum vulgare*), con el propósito de alcanzar los objetivos planteados al inicio del proyecto, se obtuvo respuestas a las variables cuantitativas en la siguiente manera; en cuanto a porcentajes de germinación de las semillas, el trigo (*Triticum aestivum*) alcanzo un 97%, seguido del Maíz(*Zea mays*) con un 88%, y por último la cebada (*Hordeum vulgare*) con un 60%, para la variable desarrollo vegetativo la semilla que mejor mostro crecimiento en el tiempo establecido fue la cebada (*Hordeum vulgare*) con un promedio de 20 Cmt, seguida del trigo (*Triticum aestivum*) con un promedio de altura de 18 Cmt. En cuanto a la eficiencia se las soluciones nutritivas orgánicas el estiércol de vaca y humus líquido fueron las que mejor incidencia presentaron en la producción de FVH en concentraciones 1:10, la primera incidiendo notoriamente en el crecimiento de la cebada (*Hordeum vulgare*) y la segunda en el desarrollo del trigo (*Triticum aestivum*), adicional al análisis e interpretación de los resultados obtenidos en campo, se midió el rendimiento de materia verde siendo la cebada (*Hordeum vulgare*) la que mayor peso obtuvo al cabo de los 15 días en una relación de 1 libra de semilla produce 4 kilos de FVH.

Los argumentos expuestos y resultados obtenidos dan seguridad en la búsqueda de alternativas sostenibles en el amplio sector agropecuario de las comunidades que sustentan su economía en el campo.

**Conclusiones del texto:**

- Los factores de temperatura y humedad del ambiente protegido en la investigación presentaron en varias oportunidades variación, lo cual de cierta manera determinaron la duración y las frecuencias de los riegos, por lo cual se debió realizar monitoreos continuos para obtener forraje verde en 15 días.
- Los porcentajes germinativos que se obtuvieron en la primera fase del proyecto indicaron que la semilla de trigo (*Triticum aestivum*), fue la que mejor resultados presento con un porcentaje promedio 97%, datos estadísticos idóneos para la siembra en las respectivas unidades experimentales.
- En la evaluación de la variable desarrollo vegetativo de las semillas forrajeras, se observó una diferencia, donde la variedad de cebada (*Hordeum vulgare*), presento un mayor alcance de altura en las distintas dosis de soluciones nutritivas orgánicas con un promedio de 20 cm superando a la del trigo (*Triticum aestivum*) que alcanzo 18 cm y solo 6cm el maíz (*Zea Mays*).
- De acuerdo a los resultados en campo, las soluciones nutritivas que mejor efecto presentaron en las semillas fueron el estiércol de vaca y humus líquido en concentraciones 1:10, la primera incidiendo notoriamente en el crecimiento de la cebada (*Hordeum vulgare*) y la segunda en el desarrollo del trigo (*Triticum aestivum*).
- La semilla de maíz (*Zea Mays*), fue el material vegetal que peor resultados obtuvo en campo, con un crecimiento de tan solo 6 cm al cabo de 15 días, por lo que difiere de su buen porcentaje germinativo, aspecto como su longevidad, viabilidad, ciclo vegetativo, recolección y almacenaje

bajo condiciones no inocuas incidieron en su desarrollo durante la investigación.

- Los rendimientos de materia verde que se obtuvieron en el proyecto no distan significativamente de los trabajos de validación citados por (Sánchez, 2004), “donde valida cosechas de 8 a 10 kilos de F.V.H. producidos por cada kilo de semilla utilizada a los 15 días de instalado bajo parámetros productivos en hidroponía” (p.43).
- El Forraje Verde Hidropónico se constituye en una alternativa importante, para la producción de forraje verde y de acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo, la aplicación de soluciones orgánicas fue positivo y no presento problemas fitosanitarios en el forraje producido.

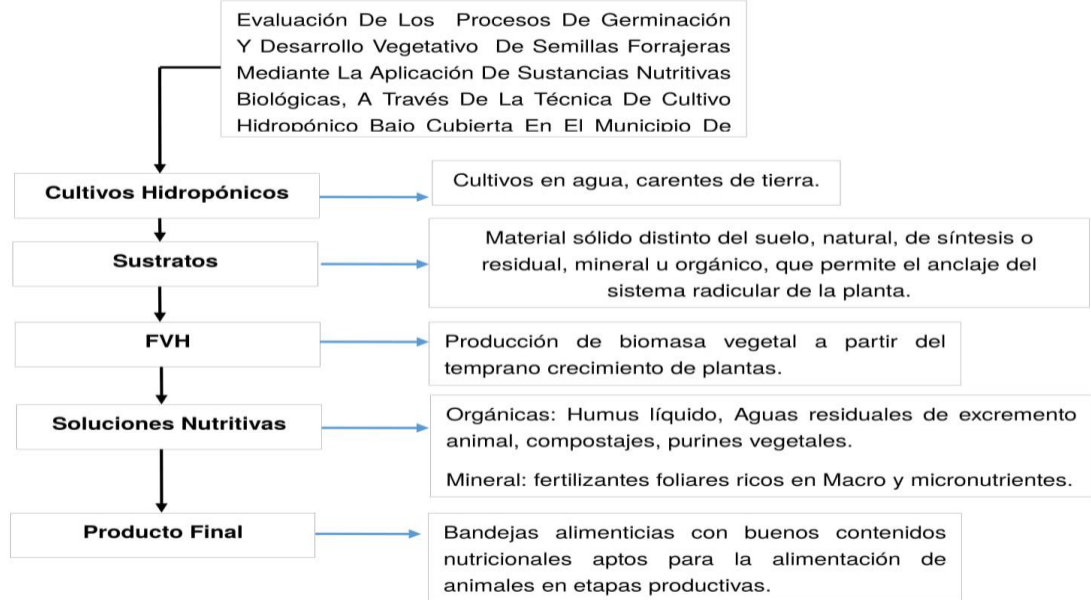
**Bibliografía citada por el autor:**

- Amaguaña, F. (2012). Evaluación de los forrajes hidroponicos de cebada ( *Hurdeum Vulgare*) y trigo (*Triticum Vulgare*) en condiciones de fertilización organica y mineral.(Tesis de pregrado). Universidad de Nariño, Facultad de ciencias Pecuarias, San Juan de Pasto, Colombia
- Duran, F. (2009). *Cultivo de pastos y forrajes Silvopastoriles – forraje verde hidropónico*. La Paz. Bolivia: Latino Editores. p. 208-212.
- Gallardo, G. (1997). *Producción de Forraje Verde Hidropónico de Cebada (*Hordeum vulgare*) en ambiente controlado, con tres soluciones nutritivas en dos Concentraciones*. (Tesis de Grado)Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. p. 115. La Paz, Bolivia.
- Gonzales, E & Ceballos, J (2014). *Evaluación de la producción de forraje verde hidropónico con fertilización organica (humus liquido) en dos variedades de Maiz (*Zea Mays*) bajo condiciones de invernadero*. (Tesis de pregrado). Facultad de Ciencias Agrícolas, San Juan de Pasto, Colombia.
- Izquierdo, J. (11 noviembre 2001). El forraje verde hidropónico (FVH) como tecnología apta para pequeños productores agropecuarios. [Mensaje en un blog]. Recuperado <http://www.elmejorquia.com/hidroponia/Forraje/Verde/Hidroponico.htm>.
- P.D.L.A. (Ed.). (2006). *Producción de Forrajes Programa de Desarrollo Lechero del Altiplano*. La Paz, Bolivia: Industrias graficas Imágenes Srl. (p.103)
- Sánchez, C.R. (Ed). (2004). *Hidroponía Paso a Paso- Cultivo sin tierra*. Ripalme: Lima, Perú. (p.135)
- Sánchez, C. R. (Ed). (04 Julio 2005). Hidroponía. [Mensaje en un blog] Recuperado de [www.mtss.gub.uy](http://www.mtss.gub.uy)

<b>Nombre y apellidos de quien elaboró este RAE</b>	Ivan Fernando Ortega Guerrero
<b>Fecha en que se elaboró este RAE</b>	29 marzo 2019

--	--

**Imagen (mapa conceptual) que resume e interconecta los principales conceptos encontrados en el texto:**



**Comentarios finales:**

- Promover alternativas sostenibles en los sectores productivos de las regiones mediante las investigaciones rurales, con el propósito de fomentar el desarrollo socioeconómico de las comunidades existentes.
- Incentivar el empleo de la técnica de cultivo hidropónico bajo cubierta en la búsqueda de la diversificación del sector agrícola.
- Emplear los FVH, como fuente de alimento en las temporadas de escasas de comida, teniendo en cuenta sus idóneos contenidos nutricionales, acordes a las exigencias alimenticias de los animales.