

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
UNIDAD ACADÉMICA “LAS PIEDRAS”
ÁREA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES
PROGRAMA SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA



PROYECTO DE GRADO

FORMULAR SOLUCIÓN LIQUIDA ORGÁNICA PARA CULTIVO DE
HORTALIZAS EN SISTEMA HIDROPÓNICO EN LA COMUNIDAD LAS
PIEDRAS, MUNICIPIO DE PUERTO GONZALO MORENO
DEPARTAMENTO DE PANDO.

PARA OBTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
TÉCNICO SUPERIOR EN AGROPECUARIA

Postulante: Univ. Carlos Chipunavi Mamani

Tutor: Lic. Luis Alberto OliveiraCarrillo

Las Piedras, Diciembre de 2015

AGRADECIMIENTOS

Al Lic. Gustavo Salinas Sánchez y su esposa RosmeryParady Hurtado, por su aporte incondicional moral y material en esta fase de mis estudios.

A mis hermanos (as) y sobrinos (as), por su incansable apoyo moral y material que posibilitaron este final académico enseñándome a crecer, trabajar y vencer.

A mi tutor el Lic. Luis Alberto Oliveira Carrillo, por aceptar ser el guía final de mis estudios académicos.

DEDICATORIA

Esta obra se la dedico al divino maestro, por concederme intelectualidad, disciplina y salud en la proyección.

A la Universidad Amazónica de Pando, por la sombra académica que posibilitó la apertura de una nueva ruta personal con proyección futura.

A mis hermanas Adolfinia (pos-memoriam) y Francisca por su incansable apoyo moral y material ya que siempre creyeron en mi trabajo y en mis estudios.

INDICE

CAPITULO I

RESUMEN

1.1.- ANTECEDENTES.....	1
1.2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.2.1.- Enunciado del Problema	4
1.2.2.- Formulación del Problema	4
1.3.- JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN	5
1.3.1.- Justificación	5
1.3.2.- Delimitación	5
1.3.2.1.- Ubicación del Área de Estudio	6
1.4.- OBJETIVOS	6
1.4.1.- Objetivo General	6
1.4.2.- ObjetivosEspecíficos	6
1.5.- NOMBRE DE LA ENTIDAD, GRUPO O REGIÓN BENEFICIARIA	6
1.6.- REFERENCIA GEOGRÁFICA O IDEALIZACIÓN DEL PROYECTO ...	6
1.6.1.- El departamento de Pando.....	7
1.6.2.- La provincia Madre de Dios.....	7

1.6.3.- El Municipio de Puerto Gonzalo Moreno.....	7
1.6.4.- Descripción del contexto	8
1.6.5.- Ubicación Geográfica de la Comunidad Las Piedras	9
1.7.- ESTRATEGIA METODOLÓGICA.....	9
1.7.1.- Tipo de Investigación.....	9
1.7.2.- Fuentes de obtención de la información	9
1.7.3.- Metodología	10
1.7.3.1.- Métodos	10
1.7.3.2.- MétodoEmpírico-Experimental	10
1.7.3.3.- MétodoEmpírico	10
1.7.3.4.- Método Experimental	11
1.7.4.- Técnicas	11
1.7.4.1.- La Encuesta	11
1.7.4.2.- Libreta de Campo	11
1.7.5.- Instrumentos	11
1.7.5.1.- Cuestionario	11
1.7.5.2.- Formulario de Registro.....	11

CAPITULO II
MARCO TEÓRICO

2.1.- MARCO TEÓRICO	12
2.1.1.- HidroponíaOrgánica	12
2.1.2.- La Hidroponía o Agricultura Hidropónica	12
2.1.3.- Características de la Fisiología vegetal	13
2.1.4.- Historia de la Hidroponía	14
2.1.5.- Cultivo Sin Suelo	17
2.1.6.- Hidroponía y Medioambiente	18
2.1.7.- La Fisiología Vegetal	19
2.1.8.-Bioquímica Vegetal.....	20
2.1.9.-Nutrición vegetal	20
2.1.10.- Hormonasvegetales	22
2.1.11.- Fotomorfogénesis	23
2.1.12.- Ecofisiología.....	24
2.1.13.- Tropismos y movimientosnásticos	24
2.1.14.- Enfermedadesvegetales	25
2.1.15.- Historia de la Fisiología Vegetal.....	26

3.1.4.- CLIMATOLOGÍA AMAZÓNICA.....	42
3.1.5.- DESARROLLO CENTRAL DE LA PROPUESTA	
(Componentes Orgánicos)	43
3.1.5.1.- Cultivo de Hortalizas en solución líquida orgánica nutritiva	
en sistema hidropónico.....	43
3.1.5.2.- La importancia del H ₂ O	44
3.1.6.- DESARROLLO INVESTIGATIVO	44
3.1.6.1.- Modo de preparación.....	45
3.1.7.- TEMPERATURA AMBIENTE.....	45
3.1.7.1.- Oxígeno.....	45
3.1.7.2.- El PH del Agua.....	46
3.1.8.- MODO DE IMPLEMENTACIÓN.....	46
3.1.9.- APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN LÍQUIDA	46
3.1.10.- COMPOSICIÓN LÍQUIDA NUTRICIONAL IDEAL.....	47
3.1.11.- FACTIBILIDAD DEL PROYECTO	47

CAPITULO IV

INVERSIONES, COSTOS DE EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA

(PRESUPUESTO)

4. 1.- PRESUPUESTO.....	49
-------------------------	----

CAPITULO V

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO

5.1.- INDICADORES DE EVALUACION DEL PROYECTO	50
5.1.1.- EvaluaciónPrimaria.....	50
5.1.2.- EvaluaciónSecundaria.....	50

CAPITULO VI

CRONOGRAMA PROPUESTO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

6.1.- CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	51
--------------------------------------	----

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
7.1.1.- Conclusiones.....	52
7.1.2.- Recomendaciones.....	53

CAPITULO VIII

BIBLIOGRAFÍA

8.1.- BIBLIOGRAFÍA.....	54
-------------------------	----

ANEXOS

INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1.- Macronutrientes y Micronutrientes	21
Cuadro N° 2.- VariableAmbiental.....	40
Cuadro N° 3.- VariableSocial.....	40
Cuadro N° 4.- Variable Político Administrativo.....	41
Cuadro N° 5.- VariableProductivo.....	41
Cuadro N° 6.- Materiales de Experimentación Orgánicos.....	43
Cuadro N° 7.- Materiales de Experimentación Inorgánicos	43
Cuadro N° 8.- Material de Experimentación en Proporciones	45
Cuadro N° 9.- Escala de Medición	46
Cuadro N° 10.- Tabla de Proporciones	47
Cuadro N° 11.- Presupuesto del Proyecto	49
Cuadro N° 12.- Tabla de Resultados en el Desarrollo Final de la Planta	50
Cuadro N° 13.-Cronograma de Actividades.....	51

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Mapa de Bolivia y de Pando	7
Figura N° 2.- Mapa Municipal de Puerto Gonzalo Moreno	8
Figura N° 3.-¿Conoce usted que es la hidroponía?	37
Figura N° 4.- ¿Le gustaría conocer que es la hidroponía?	37
Figura N° 5.- ¿Le gustaría cultivar hortalizas en agua?.....	37
Figura N° 6.- ¿Desea implementar el proyecto en su Asociación?	38
Figura N° 7.- ¿Cuál cree usted que sería la dificultad en su implementación?.....	38

CAPITULO I

RESUMEN

1.1.- ANTECEDENTES

En la época de nuestros antepasados, la producción de alimentos comerciales era pequeña, ya que la mayoría de las personas tenían huertas domésticas, hoy, con el aumento incontrolable de la población, el crecimiento de las ciudades y el sistema de trabajo, con empleos fijo y horario integral, exigen un considerable aumento de la oferta de alimentos, así como la constante exigencia de calidad en los productos ofrecidos.

Tales preocupaciones y la creciente competitividad comercial obligaron a los productores agrícolas a buscar técnicas que les proporcionen mayor calidad, asociada a la mayor productividad, para atender el mercado actual.

Pero la gran pregunta es: ¿cómo producir más con mayor calidad?.

La respuesta es una sola: con cambios tecnológicos, con mejoramiento de semillas, y la elevación de los cultivos y la pós-cosecha.

La utilización de nuevas tecnologías en la producción hortícola ya fue una revolución, aumentando considerablemente la producción y permitiendo cultivo durante todo el año; mas esa todavía no es la solución a nuestros problemas, son salinizadores del suelo, removedores del agua y nutrientes.

En cuanto el asunto es agua, es bueno recordar que las reservas de agua en el mundo están disminuyendo y contaminándose cada día, por causa de la alta contaminación de los ríos, en función del gran crecimiento industrial urbano, que aumentó la cantidad de basura industrial sin tratamiento al estilo de las grandes ciudades.

El cultivo hidropónico, a su vez, representa una nueva opción de producción, que se puede adecuar perfectamente a las exigencias de la alta calidad, alta productividad, mínimo desperdicio de agua y nutriente, en comparación con el suelo.

La hidroponía, en términos simples, significa trabajo con agua, en que las plantas no entran en contacto con el suelo, siendo, simplemente, producidas en solución nutritivas, que son preparadas cuidadosamente para nutrir la planta, circulando entre sus raíces.

Estas técnicas han sido utilizadas hacen millares de años. Resh (20) cita los jardines colgantes de Babilonia y los jardines flotantes de los aztecas y de los chinos como los primeros cultivos en agua que se tienen noticias.

Hace muchos años fueron hechas muchas investigaciones para el desarrollo de la hidroponía, con gran éxito. De esas investigaciones, debemos también recordar que es el productor y su creatividad, que proporcionan sugerencias de nuevos sistemas de producción.

Hoy tenemos la certeza de que la hidroponía es una tendencia mundial, comprobadamente productiva y lucrativa.

Los productores de hortalizas de la Comunidad Las Piedras, históricamente vienen cultivando estas especies desde su asentamiento de los primeros colonos a comienzo del siglo XX; en la actualidad, el cultivo de hortaliza se ha convertido en el principal rubro productivo de casi la mayoría de las familias de la comunidad.

Se ha identificado que hasta hoy, la horticultura tiene varios problemas, entre ellos son el agotamiento de los suelos, el uso descontrolado de las sustancias químicas en la producción y el bajo rendimiento de las cosechas al igual que la ampliación de las fronteras agrícolas.

El presente trabajo busca encontrar la formulación nutritiva líquida que determine la dosificación correcta, presente en especies vegetales y fósiles identificados en huesos quemados de diferentes animales, hojas verdes y secas de diferentes leguminosas,

estiércol y orín de ganado vacuno y cenizas, con la intención de dar respuestas orgánicas en la producción de alimentos sanos y limpios y aprovechar todos los residuos desechas arriba mencionados, en material aprovechable para diferentes fines productivos.

Esta investigación consta de un proceso metódico que pretende llegar a dar respuesta cualitativa y cuantitativa en el ámbito ambiental socio productivo direccionada a generaciones emprendedoras.

La palabra hidroponía viene del vocablo Griego que quiere decir, Hidro (Agua) y Pohnos, (Trabajo), que quiere decir trabajo en agua. El presente trabajo busca replicar la fórmula en especies vegetales y fósiles, y dar respuesta orgánica, capaz de aprovechar materiales desechables (residuos) en material aprovechable para diferentes fines productivos.

La importancia de este trabajo tiene un lapso de dos etapas consideradas en 6 semanas. El propósito de la investigación nos llevara a encontrar nuevos horizontes productivos sin contaminar el suelo con agroquímicos, evitando la ampliación de las fronteras agrícolas y pecuarias de mucho avance en la región y la producción de alimentos sanos y limpios para el consumo humano.

1.2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Existe una gran necesidad de replantear las practicas ancestrales de la producción de alimentos mediante el método de rosa, tumba y quema en la región boscosa y frágil, considerada en la actualidad por las normas vigentes como el pulmón del mundo, por el deterioro ambiental que se causa por la excesiva presencia de dióxido de carbono CO₂ en la atmosfera, provocado por la quema de material fósil orgánico e inorgánico, fruto de la industrialización como también de la degradación y compactación del suelo, que provocan bajas en la producción de alimentos, motivando así la pérdida de calidad del producto y la elevación de sus costos.

En síntesis el problema radica en el desconocimiento total de los Comunarios en el manejo de esta materia orgánica sólida y líquida, como abono en diferentes cultivos en la comunidad Las Piedras.

1.2.1.- Enunciado del Problema

Como consecuencia de la dinámica que vive la sociedad de productores agrícolas, entre otras, se encuentra influenciado por variables de tipo productivo, económico, social y administrativo, estos flujos intervienen positiva y negativamente. Como parte de esa dinámica productiva, se encuentran muchas asociaciones de pequeños productores de diferentes rubros en el municipio de Puerto Gonzalo Moreno. En el caso de la asociación de horticultores de Las Piedras no se ha encontrado todavía la formulación adecuada en el campo de la producción, para que esta a su vez encuentre la ruta adecuada de la efectividad productiva.

No obstante se espera, la aparición de nuevas ideas emprendedoras que implique el cambio del manejo tradicional de la producción hacia un manejo tecnológico adecuado, ya que en la actualidad las exigencias son:

- ❖ Productos de calidad.
- ❖ Bajo costo del producto.
- ❖ Producción garantizada.
- ❖ Seguridad alimentaria.

1.2.2.- Formulación del Problema

La formulación líquida orgánica definirá una nueva práctica de cultivo sin tener que utilizar el suelo, bajo el sistema de hidroponía, con el fin de producir hortalizas “limpias” en la Comunidad Las Piedras dependiente del Municipio de Gonzalo Moreno.

1.3.- JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN

1.3.1.- Justificación

Se ha identificado en la región que producto de la creciente explosión demográfica y la llegada de una buena cantidad de migrantes a la zona, ha originado trastornos administrativos, productivos y ambientales que desafían la culturalidad amazónica poniendo en riesgo esa cualidad social.

Una de las culturas más preocupantes es la dedicada a la producción, la creciente ampliación de la frontera agrícola destinada a la producción de alimentos cárnicos y cereales, producto de la creciente demanda de consumo; otro de los factores de alta preocupación es la descontrolada explotación de la madera con o sin autorización, emprendimientos que se encaminan a cambiar el uso del suelo hasta ahora de vocación forestal; pero todavía queda el más grave de los problemas que es el ambiental, la práctica de rosa tumba y quema establecidos por productores pecuarios y agrícolas para aperturar áreas de cultivo y pastoreo ya están pasando la factura.

La importancia de esta investigación reside en la búsqueda de una solución alternativa a estas preocupantes actividades productivas que por hoy están fuera de control; el encuentro de una solución líquida orgánica nutritiva para cultivos de plantas menores y forrajes en la amazonia, dará comienzo a una nueva fase productiva en la región, ahora vemos que el afán investigativo se justifica tomando en cuenta los desafíos que plantea la zona.

1.3.2.- Delimitación

El presente estudio busca encontrar una formulación líquida orgánica nutritiva adecuada que ayude a productores de la zona a optimizar mejor la inversión de recursos humanos económicos y logísticos, ante la propuesta de sembrar más en menos espacios demostrando calidad de producto y menos contaminación ambiental productiva; el presente proyecto de investigación solo se delimitará a accionar dentro de la Comunidad Campesina Las Pierda, especialmente con la Asociación de Horticultores como proyecto piloto, aplicando el adagio popular “ver para creer”.

1.3.2.1.- Ubicación del Área de Estudio

La presente propuesta de investigación tendrá su fase experimental en una propiedad particular de la Comunidad Campesina Las Piedras dependiente del Municipio de Puerto Gonzalo Moreno, por su importancia investigativa se centrará en dar seguimiento al sujeto sometido a investigación.

1.4.- OBJETIVOS

1.4.1.- Objetivo General

- Elaborar solución líquida orgánica para cultivo de hortalizas en sistemas hidropónico en la comunidad Las Piedras Municipio de Puerto Gonzalo Moreno Departamento Pando.

1.4.2.- Objetivos Específicos

- Implementar un vivero protector para la fase experimental de cultivos de hortalizas.
- Acopiar material orgánico para la preparación de la solución líquida requerida para la experimentación.
- Cultivar hortalizas para identificar resultados de la experimentación.
- Sistematizar los resultados obtenidos.

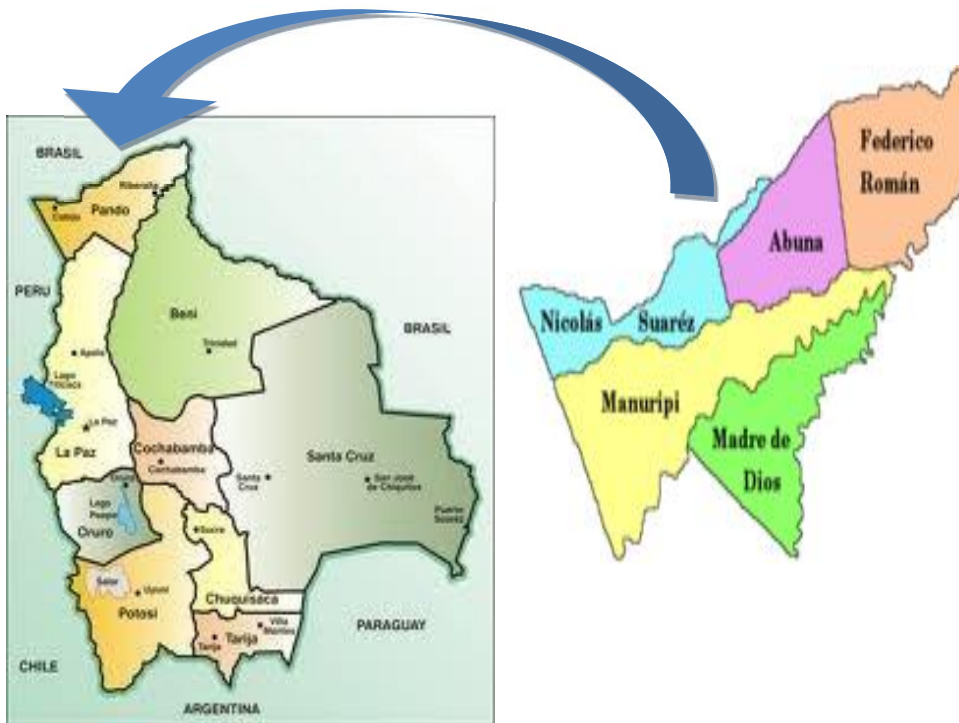
1.5.- NOMBRE DE LA ENTIDAD, GRUPO O REGIÓN BENEFICIARIA

La región beneficiaria será directamente el territorio de la Comunidad Las Piedras y específicamente la Asociación de Horticultores.

1.6.- REFERENCIA GEOGRÁFICA O IDEALIZACIÓN DEL PROYECTO

Ubicación del Departamento de Pando, la Provincia Madre de Dios y el Municipio de Puerto Gonzalo Moreno.

Figura N° 1.- Mapa de Bolivia y de Pando.



Fuente: Biblioteca Virtual de Wiki pedía

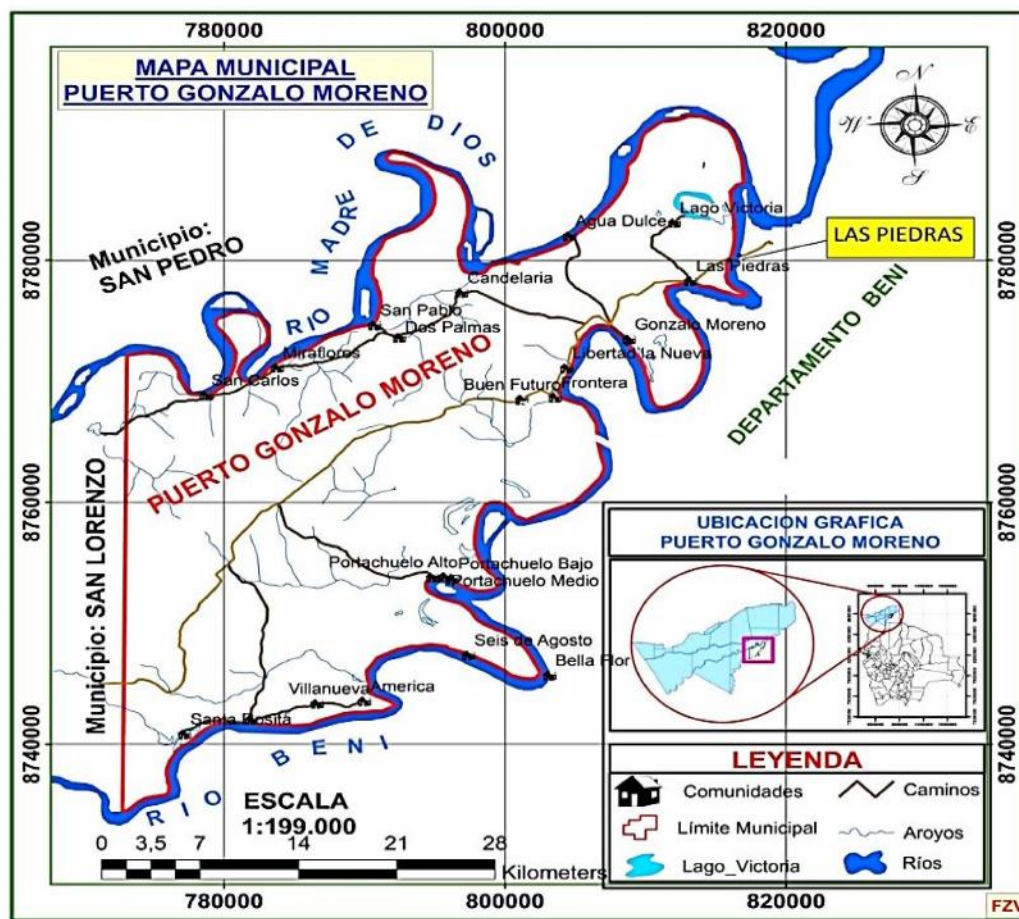
1.6.1.- El departamento de Pando.- Se encuentra situado al Norte del Estado Plurinacional de Bolivia, este limita al Norte con la República Federativa del Brasil y al Sur Este con el Departamento del Beni, al Sub Este con el Departamento de La Paz, al Oeste con la Republica del Perú.

Su extensión territorial en kilómetros del Departamento es de 63.827 km².

1.6.2.- La provincia Madre de Dios.- Cuenta con una extensión territorial de 10.879 km² y limita al Sur Este con el departamento del Beni, al Sub Oeste con la Provincia Abel Iturralde de la Paz, al Norte con la provincia Manurípi.

1.6.3.- El Municipio de Puerto Gonzalo Moreno.- Limita al Norte con la provincia Manurípi, al Sur Este con el Municipio de San Lorenzo, al Sub Este con la provincia Vaca Díez Departamento del Beni y cuenta con una extensión territorial de 1.770 km²

Figura N° 2.- Mapa Municipal de Puerto Gonzalo Moreno.



Fuente: Alcaldía Municipal de Puerto Gonzalo Moreno.

1.6.4.- Descripción del contexto

El presente trabajo investigativo se desarrollara en la Comunidad Las Piedras Municipio de Puerto Gonzalo Moreno, que en la actualidad cuenta con 200 familias de las cuales el 40% de ellas se dedican a la horticultura tradicional que desde tiempos de la colonización cauchera a mediados del siglo pasado vienen utilizando hasta hoy metodologías rudimentarias en la producción y su comercio también tradicional utilizando el intermediario y el trueque, el restante de los habitantes de la

comunidad han direccionados sus actividades a la producción mixta de productos y especies agroforestales, semi perenne, pesca, castaña, madera y cultivos anuales.

1.6.5.- Ubicación Geográfica de la Comunidad Las Piedras

La ubicación geográfica tiene las siguientes coordenadas 11° 04" latitud Sur y 66° 13" latitud Oeste, con sus colindancias al Norte con la Comunidad Lago Victoria, al Sur con el río Beni, al Este con la Ciudad de Riberalta y al Oeste con la Comunidad Gonzalo Moreno.

1.7.- ESTRATEGIA METODOLÓGICA

1.7.1.- Tipo de Investigación.

En la presente investigación se dio una combinación de investigación empírico experimental propositiva, ya que se buscó demostrar en detalle, las características que más se destacan en la experimentación del sujeto, a partir de ello formular una estrategia propositiva.

El estudio empírico sustentó la idea de realizar una experimentación que tenga como base el estudio de una formulación líquida orgánica adecuada para la producción de plantas menores que utilizará el sujeto de estudio, demostrando así, lo propositivo de una investigación destinada a mejorar los niveles de la productividad de campesinos del lugar.

1.7.2.- Fuentes de obtención de la información

Las fuentes que permitieron adquirir información que se requería para la elaboración del proyecto "Formular Solución Líquida para Cultivo de Hortalizas en Sistemas Hidropónicos en la Comunidad Las Piedras, Municipio de Puerto Gonzalo Moreno Departamento Pando", fueron primarias y secundarias.

- **Fuentes Primarias.-** Acopio de material orgánico e inorgánico para la experimentación, utilizando un formulario de registro.
- **Fuentes Secundarias.-** Se recopiló bibliografías generales y específicas relativo a la formulación química de los líquidos nutritivos que necesita la planta para su desarrollo, en el caso de la presente investigación el encuentro de los mismos componentes en los desechos orgánicos.

1.7.3.- Metodología

La estrategia que se realizara para alcanzar los objetivos de esta investigación será un proceso experimental de combinaciones de sustancias orgánicas vegetales y fósiles en la búsqueda de encontrar el N.P.K. requerido por la planta como nutriente o materia orgánica líquida disponible en la región.

Para realizar la siguiente obra de investigación se desarrollaran los siguientes métodos y técnicas.

1.7.3.1.- Métodos

El método es un instrumento importante en toda ciencia, ya que sin él sería difícil demostrar si un argumento es positivo o negativo.

El contenido de esta muestra desarrollara el siguiente método.

1.7.3.2.- Método Empírico-Experimental

1.7.3.3.- Método Empírico

El empirismo define el comienzo de toda investigación científica mediante la búsqueda del conocimiento y conducción con métodos diferenciados direccionados a un proyecto de investigación final.

1.7.3.4.- Método Experimental

Consiste en una serie de ensayos prácticos experimentales de una o más etapas en determinados proyectos de investigación.

1.7.4.- Técnicas

1.7.4.1.- La Encuesta

Esta técnica de la encuesta, nos permitió plantear una serie de preguntas para la recolección de los datos más necesarios que nos permitió identificar el grado de conocimiento con relación al sujeto investigado.

1.7.4.2.- Libreta de Campo

Esta técnica permitió el registro de observaciones y comportamiento del sujeto investigado.

1.7.5.- Instrumentos

Para la realización de la presente investigación, se propusieron diferentes instrumentos.

1.7.5.1.- Cuestionario.

Este instrumento permitió de forma directa obtener información sobre, el estado en que se encuentran los productores con relación a la producción de hortalizas en la comunidad, y a partir de ahí determinar acciones que proyecten esta nueva investigación.

1.7.5.2.- Formulario de Registro.

Este instrumento permitió registrar información sobre el proceso y desarrollo de la formulación líquida orgánica nutritiva de la investigación.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.- MARCO TEÓRICO

La palabra Hidroponía que viene del vocablo griego Hidro (Agua) y Phono (Trabajo), en realidad el marco teórico que rodea el tema hidropónico no tiene ninguna referencia del punto de vista orgánico, toda la investigación desde Robert Boyle (1666) hasta hoy, se lo desarrollo desde la química y para la química inorgánica por razones de evolución, sin embargo, el mundo avanzó tanto en el campo de la investigación y la tecnología que se encargo de contaminarlo todo, desde ahí emerge la necesidad de cambiar el discurso direccionando a los planes de desarrollo limpio (P.D.L.), por otra parte se sabe que en la antigüedad la cultura babilónica ya practicaba con hidroponía al igual que sus pares Chinos como también en América con las culturas Aztecas y Mayas, sin embargo, sus formulas orgánicas nunca se conocieron aunque se hacen cálculos, el motivo central de este trabajo es reencontrarse con esos saberes orgánicos originarios en busca de una producción saludable.(Nobel ediciones, año 1998).

2.1.1.- Hidroponía Orgánica.

Es una rama de la hidroponía convencional, su diferencia consiste en que la solución liquida nutritiva que se utilizara en el futuro próximo, está compuesta de desechos fósiles orgánicos fermentados que sirven para nutrir las raíces de las plantas en crecimiento.

Su formulación es de reciente creación, y sus resultados definitivos se definirán en futuras investigaciones.(Carlos Chipunavi Mamani, año 2015)

2.1.2.- La HidroponíaaoAgricultura Hidropónica

Es un método utilizado para cultivar plantas usando soluciones minerales en vez de suelo agrícola. La palabra hidroponía proviene del griego, *hydro* = agua y *ponos* = trabajo. Las raíces reciben una solución nutritiva equilibrada disuelta en agua con todos los elementos químicos esenciales para el desarrollo de la planta. Y pueden

crecer en una solución mineral únicamente o bien en un medio inerte como arena lavada, grava o perlita **(De Wikipedia, la enciclopedia libre)**

2.1.3.- Características de la Fisiología vegetal

Los investigadores en fisiología vegetal descubrieron en el siglo XIX que las plantas absorben los minerales esenciales por medio de iones inorgánicos disueltos en el agua. En condiciones naturales, el suelo actúa como reserva de nutrientes minerales pero el suelo en sí no es esencial para que la planta crezca. Cuando los nutrientes minerales de la tierra se disuelven en agua, las raíces de la planta son capaces de absorberlos. Cuando los nutrientes minerales son introducidos dentro del suministro de agua de la planta, ya no se requiere el suelo para que la planta prospere. Casi cualquier planta terrestre puede crecer con hidroponía, pero algunas pueden hacerlo mejor que otras. La hidroponía es también una técnica estandar en la investigación biológica, en la educación y un popular pasatiempo.

Hoy en día esta actividad está alcanzando un gran auge en los países donde las condiciones para la agricultura resultan adversas, combinando la hidroponía con un buen manejo del invernadero se llegan a obtener rendimientos muy superiores a los que se obtienen en cultivos a cielo abierto.

Es una forma sencilla, limpia y de bajo costo, para producir vegetales de rápido crecimiento y generalmente ricos en elementos nutritivos. Con esta técnica de agricultura a pequeña escala se utilizan los recursos que las personas tienen a mano, como materiales de desecho, espacios sin utilizar, tiempo libre.

En 2010 se puede decir que la hidroponia o cultivo sin suelo ha conseguido estándares comerciales y que algunos alimentos, plantas ornamentales y jóvenes plantas de tabaco se cultivan de esta manera por diversas razones que tienen que ver con la falta de suelos adecuados; por suelos contaminados por microorganismos que producen enfermedades a las plantas o por usar aguas subterráneas que degradaron la calidad de esos suelos. El cultivo hidropónico requiere conocimientos avanzados para

quien se proponga realizar un cultivo comercial. Al no usar suelo ya no se cuenta con el efecto amortiguador o *buffer* que brinda un suelo agrícola. Tiene también diversos problemas con la oxigenación de las raíces y no es algo que pueda llamarse limpio cuando se realiza a escala comercial. Para gente con tiempo libre que quiere divertirse, para investigación, para demostraciones a alumnos sobre la esencialidad de ciertos elementos químicos, aún para quien quiera cultivar en un contenedor, una pequeña tina, para cultivar en naves espaciales o para cultivos en gran escala, presentará diversos niveles de complejidad sobre todo si se quiere que sea una actividad económica y tenga bajo impacto ambiental.

La clasificación de los cultivos hidropónicos ha evolucionado más recientemente hacia formas *abiertas o cerradas* dependiendo de si vuelcan el efluente o reutilizan la solución nutritiva como forma de protección ambiental y una mayor economía en su utilización.**(De Wikipedia, la enciclopedia libre)**

2.1.4.- Historia de la Hidroponía

Las soluciones minerales para el aporte de nutrientes requeridas para cultivos hidropónicos no fueron desarrolladas hasta el siglo XIX. Los jardines flotantes de los Aztecas (chinampas) utilizaban tierra. los Jardines Colgantes de Babilonia eran jardines supuestamente irrigados desde la azotea pero no hay evidencias de que utilizaran hidroponía.

El primer trabajo publicado sobre crecimiento de plantas terrestres sin suelo fue, *Sylva Sylvarum* (1627) de sir Francis Bacon. Después de eso, la técnica del agua se popularizó en la investigación. En 1699, John Woodward publicó sus experimentos de esta técnica con la menta verde. Woodward observó que las plantas crecían peor en agua destilada que en fuentes de agua no tan purificadas. Los primeros en perfeccionar las soluciones nutritivas minerales para el cultivo sin suelo fueron los botánicos alemanes Julius von Sachs y Wilhelm Knop en la década de 1860. El crecimiento de plantas terrestres sin suelo en soluciones minerales (solution culture)

se convirtió rápidamente en una técnica estándar de la investigación y de la enseñanza y sigue siendo ampliamente utilizada. Esta técnica ahora se considera un tipo de hidroponía donde no hay medio inerte.

En 1928, el profesor William Frederick Gericke de la Universidad de Berkeley, en California fue el primero en sugerir que los *cultivos en solución* se utilizasen para la producción vegetal agrícola. Gericke causó sensación al hacer crecer tomates y otras plantas que alcanzaron tamaños notables (mayores que las cultivadas en tierra) en soluciones minerales. Por analogía con el término geopónica (que significa agricultura en griego antiguo) llamó a esta nueva ciencia hidroponía en 1937, aunque él afirma que el término fue sugerido por el Dr. W.A. Setchell, de la Universidad de California de *hydros* (regar) y *ponos* (trabajo).

Los informes sobre este trabajo y la fervientes afirmaciones de Gericke de que la hidroponía revolucionaría la agricultura provocaron un alud de peticiones de información adicional. Gericke reusó desvelar sus secretos, ya que había realizado los estudios en su casa y en su tiempo libre. Este hecho provocó su abandono de la universidad de California. En 1940, escribió el libro, *Complete Guide to Soilless Gardening* (Guía Completa del Cultivo sin Suelo).

Se pidió a otros dos especialistas en la nutrición de las plantas de la universidad de California que investigasen acerca de las afirmaciones de Gericke. Dennis R. Hoagland y Daniel I. Arnon escribieron el típico boletín sobre agricultura en 1938, desacreditando las exageradas afirmaciones hechas sobre la hidroponía. Hoagland y Arnon llegaron a la conclusión de que las cosechas de cultivos hidropónicos no eran mejores que aquellos cultivos cosechados en buenas tierras. Los cultivos estaban limitados por otros factores que los nutrientes minerales, especialmente la luz. Estas investigaciones, sin embargo, pasaron por alto el hecho de que la hidroponía tenía otras ventajas incluido el que las raíces de la planta tienen acceso constante al oxígeno y que la planta puede tener acceso a tanta o a tan poca agua como necesite. Este es uno de los errores más comunes cuando el cultivo es sobre-irrigado o sub-

irrigado, la hidroponía es capaz de prevenir que esto ocurra, drenando o recirculando el agua que no absorba la planta. En cultivos sobre tierra el agricultor necesita tener suficiente experiencia para saber con cuanta agua debe regar la planta. La solución con la que estarán en contacto las raíces debe estar suficientemente oxigenada para que el metabolismo radicular no se vea impedido.

Estos dos investigadores desarrollaron varias fórmulas para soluciones de nutrientes minerales. Unas versiones modificadas de las soluciones de Hoagland se siguen utilizando hoy en día.

Uno de los primeros éxitos de la hidroponía ocurrió durante la segunda guerra mundial cuando las tropas estadounidenses que estaban en el Pacífico, pusieron en práctica métodos hidropónicos a gran escala para proveer de verduras frescas a las tropas en guerra con Japón en islas donde no había suelo disponible y era extremadamente caro transportarlas.

En los años 60, Alen Cooper en Inglaterra desarrollo la *Nutrient Film Technique*. El Pabellón de la Tierra, en el Centro Epcot de Disney, abierto en 1982, puso de relieve diversas técnicas de hidroponía. En décadas recientes, la NASA ha realizado investigaciones extensivas para su CELSS (acrónimo en inglés para Sistema de Soporte de Vida Ecológica Controlada).

También en los 80 varias compañías empezaron a comercializar sistemas hidropónicos. En la actualidad (2010) es posible adquirir un kit para montar un pequeño sistema de cultivos hidropónicos hogareños por menos de 200 €. Las técnicas de cultivo sin suelo (CSS) son utilizadas a gran escala en los circuitos comerciales de producción de plantas de tabaco, (floating) eliminando así las almácigas en suelo que precisan bromuro de metilo para desinfectar el suelo de malezas, patógenos e insectos. También en Holanda y otros países con alto grado de desarrollo en cultivos intensivos las técnicas de CSS han avanzado, desarrollando industrias conexas y numerosas tecnologías que tienen que ver con el desarrollo de

nuevos medios de cultivo como la perlita, la lana de roca, la fibra de coco o cocopeat, la cascarilla de arroz tostada y otros medios apropiados para sostener las plantas en casa(De Wikipedia, la enciclopedia libre)

2.1.5.- Cultivo Sin Suelo

La mayoría de los cultivos comerciales hidropónicos utilizan sustratos sólidos para el sostén de las plantas y que las mismas estén bien asentadas. Son cultivos sin suelo, en lo que respecta a no contener suelo natural. Perlita agrícola, fibras de coco, turba¹ o lana de roca, son sustratos de gran uso en lo que se denominan cultivos hidropónicos. La denominación equivalente o más utilizada pasa a ser cultivos sin suelo -CSS- o [soilless] (en inglés) pues el medio de sostén de las plantas pasó a ser una sustancia inorgánica como la perlita u orgánica como turbas o ciertos desechos agrícolas como cáscaras de frutos -arroz, almendras, etc-. En el caso de los cultivos sin suelo, al ser desarrollados por la industria o por aficionados, no fueron analizados en un principio, en cuanto al impacto que tendría su uso sobre el medioambiente, como ocurrió con otros desarrollos que redituaban comercialmente. De la misma manera, los sistemas hidropónicos fueron desde un principio "abiertos" al no considerarse el impacto ambiental que tendría el volcado de los efluentes tras su uso. El desarrollo de métodos "cerrados" que significan la economía en cuanto a la posibilidad de reutilización de los nutrientes y el evitar el impacto que tiene sobre el medio externo, volcar una solución que arrastra considerable cantidad de iones no utilizados por las plantas que se cultivan. Al tener en cuenta la economía y el posible impacto ambiental se desarrollaron los sistemas cerrados o recirculantes. El manejo de estos nuevos sistemas requiere una tecnología más compleja. Como se menciona más arriba, existe una serie de desarrollos en el ámbito de los sustratos, además de ciertos automatismos desarrollados para facilitar el control de las soluciones y que éstas no varíen sus parámetros químicos. Tanto la hidroponía y la fertirrigación han dado pie al desarrollo de instrumental de control como peachimetros y conductivímetros en línea, así como a procesadores que mantienen el control mediante válvulas solenoides o hidráulicas, para que la solución pueda ser equilibrada mediante programas de

computadoras que determinan el agregado de ácidos cuando sube el pH, la dilución cuando se eleva la conductividad eléctrica y otros procesos de control que llegan a interactuar con el ambiente en que las plantas están evolucionando en tamaño y en su desarrollo.

Gericke originalmente definió la hidroponía como un crecimiento de cultivos en soluciones minerales, sin ningún medio sólido para las raíces. Se opuso a aquellos quienes aplicaban el termino hidroponía a otros tipos de cultivo sin tierra como los cultivos en arena o grava. Más recientemente, el autor académico más clásico de la hidroponia es Howard Resh. La distinción entre hidroponía y cultivos sin suelo ha sido a menudo confuso. "Cultivos sin suelo" es un término más amplio que hidroponía; tan sólo requiere que no haya suelos con arcilla o cieno. Nótese que la arena es un tipo de suelo, aunque es considerado cultivo sin suelo. La hidroponía es siempre un cultivo sin suelo agrícola, pero no todos los cultivos sin suelo son hidropónicos. Muchos tipos de cultivos sin suelo no usan las soluciones minerales requeridas por los hidropónicos.(www.agronet.con.mx).

2.1.6.- Hidroponía y Medioambiente

El cultivo sin suelo es justamente un conjunto de técnicas recomendables cuando no hay suelos con aptitudes agrícolas disponibles. El esquema consiste en: una fuente de agua que impulsa por bombeo agua a través del sistema, recipientes con soluciones madre -nutrientes concentrados-, cabezales de riego y canales construidos donde están los sustratos, las plantas, los conductos para aplicación del fertiriego y el receptor del efluente.

El cansancio de los suelos por alta carga de patógenos tras cultivos repetidos o la acumulación de iones que conllevan alcalinidad y/o elevación del tenor de sodio ha empujado a muchos productores a realizar cultivos hidropónicos o sin suelo. En cultivos comerciales -en cuanto a su superficie- se hace obligatorio seguir normas ambientales amigables con el ambiente y emplear métodos de recirculación de las

soluciones volviéndolas al cultivo tras equilibrarlas y desinfectarlas o buscándoles un lugar de descarga que evite la llegada de los nutrientes efluentes al suelo, cursos de agua y a los acuíferos.

Ya existen métodos en sistemas abiertos que permiten un segundo cultivo, fijación por plantas que crecen en pequeñas lagunas de fondo impermeabilizado y otros ensayándose. Las recomendaciones de realizar cultivos hidropónicos o sin suelo solo por considerar su alta productividad y rendimiento económico, que no tengan en cuenta estos aspectos ambientales perniciosos, no son aconsejables. Los cultivos que son aptos para este método son el tomate, lechuga, repollo, pimiento y pepino. **(De Wikipedia, la enciclopedia libre)**

2.1.7.- La Fisiología Vegetal

es una subdisciplina de la botánica dedicada al estudio del funcionamiento de los órganos y tejidos vegetales de las plantas.

El campo de trabajo de esta disciplina está estrechamente relacionado con la anatomía de las plantas, la ecología (interacciones con el medio ambiente), la fitoquímica (bioquímica de las plantas), la biología celular y la biología molecular.

Los fisiólogos botánicos estudian los procesos fundamentales tales como la fotosíntesis, la respiración, la nutrición vegetal, las funciones de las hormonas vegetales, los tropismos, los movimientos násticos, el fotoperiodismo, la fotomorfogénesis, los ritmos circadianos, la fisiología del estrés medioambiental, la germinación de las semillas, la dormancia la función de los estomas y la transpiración, estos dos últimos parte de la relación de las plantas con el agua. **(De Wikipedia, la enciclopedia libre)**

2.1.8.- Bioquímica Vegetal

Los elementos simples de los cuales están principalmente constituidos las plantas - carbono, oxígeno, hidrógeno, calcio, fósforo, etc. - no difieren de los de los animales,

hongos o incluso bacterias. Los compuestos atómicos fundamentales en las plantas son iguales al resto de formas de vida; difieren únicamente los detalles en la forma en que se agrupan.

A pesar de esta semejanza subyacente, las plantas producen una amplia variedad de productos químicos con propiedades poco corrientes que utilizan para afrontar su medioambiente. Las plantas usan los pigmentos para absorber o detectar la luz, mientras que los seres humanos los extraemos para utilizarlos como tintes. Otros productos se usan para fabricar caucho o biofuel, pero quizás los más conocidos sean los de uso farmacológico, como el ácido salicílico (aspirina), morfina o digitalis. La industria farmacéutica gasta billones cada año en la investigación de compuestos vegetales para potenciales beneficios médicos.**(Internet. Artículo principal: Fitoquímica)**

2.1.9.- Nutrición vegetal

(Internet. Artículo principal: nutrición vegetal)

Las plantas necesitan nutrientes para sobrevivir, algunos en grandes cantidades, como el carbono y el nitrógeno (macronutrientes). Otros (los micronutrientes), los necesitan en cantidades mínimas para mantenerse sanas y normalmente los absorben como iones disueltos en el agua desde el sustrato, aunque las plantas carnívoras los obtienen de sus presas.

La siguiente tabla muestra los nutrientes esenciales de uso generalizado entre las plantas.

Cuadro N° 1.- Macronutrientes y Micronutrientes.

Macronutrientes. (Necesarios en grandes cantidades)		
Elemento	Forma de absorción	Notas
Nitrógeno	NO_3^- , NH_4^+	Ácidos nucleicos, proteínas, hormonas, etc.
Oxígeno	O_2 H_2O	Celulosa, almidón, otros compuestos orgánicos
Carbono	CO_2	Celulosa, almidón, otros compuestos orgánicos
Hidrógeno	H_2O	Celulosa, almidón, otros compuestos orgánicos
Potasio	K^+	Cofactor en la síntesis de las proteínas, equilibrio hídrico, etc.
Calcio	Ca^{2+}	Síntesis y estabilización de la membrana
Magnesio	Mg^{2+}	Elemento esencial para la clorofila
Fósforo	H_2PO_4^-	Ácidos nucleicos, fosfolípidos, ATP
Sulfuro	SO_4^{2-}	Componente de proteínas y coenzimas
Micronutrientes. (Necesarios en pequeñas cantidades)		
Elemento	Forma de absorción	Notas
Cloro	Cl^-	Fotosistema II y función de los estomas

Hierro	$\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}$	Formación de la clorofila
Boro	HBO_3	Enlace covalente de la pectina
Manganeso	Mn^{2+}	Actividad de algunas enzimas
Zinc	Zn^{2+}	Participa en la síntesis de enzimas y clorofila
Cobre	Cu^+	Enzimas para la síntesis de la lignina
Molibdeno	MoO_4^{2-}	Fijación del nitrógeno, reducción de nitratos
Níquel	Ni^{2+}	Cofactor enzimático en el metabolismo de los compuestos del nitrógeno

Fuente: Internet.

2.1.10.- Hormonas vegetales

(Internet. Artículo principal: fitohormonas)

Las fitohormonas son compuestos químicos que regulan el crecimiento de una planta. Según una definición estándar del mundo animal, las hormonas son moléculas señalizadoras producidas en ubicaciones específicas que se dan en concentraciones muy bajas y causan procesos alterados en células concretas en otras ubicaciones. A diferencia de los animales, las plantas carecen de órganos o tejidos productores de hormonas, por lo que a menudo no son transportadas a otras partes de la planta, ni su producción está limitada a ubicaciones específicas.

Estas hormonas son sustancias químicas que, en pequeñas cantidades, estimulan e influyen en el crecimiento, desarrollo y diferenciación de células y tejidos. Son vitales para el crecimiento; afectando procesos que van desde la floración hasta el

desarrollo de las semillas, la dormancia y la germinación. Regulan qué tejidos deben crecer hacia arriba y cuales hacia abajo, la formación de las hojas y el crecimiento del tallo, el desarrollo y maduración del fruto, así como la abscisión foliar e incluso la muerte de la planta.

Las hormonas vegetales más importantes son el ácido abscísico (ABA), auxinas, etileno, giberelina y citoquinina, aunque hay muchas otras sustancias que sirven para regular la fisiología vegetal.

2.1.11.- Fotomorfogénesis

Mientras que la mayoría de la gente conoce la importancia de la luz para la fotosíntesis, pocos se dan cuenta de que la sensibilidad de la planta a la luminosidad desempeña un papel en el control de su desarrollo estructural (morfogénesis). Este uso de la luz para controlar el desarrollo estructural se llama fotomorfogénesis y depende de la presencia de fotorreceptores especializados, los cuales son pigmentos químicos capaces de absorber ondas de luz específicas.

Las plantas usan cuatro clases de fotorreceptores:¹fitocromo, criptocromo, un fotorreceptor UV-B y protoclorofilide a. Los dos primeros, fitocromo y criptocromo son proteínas fotorreceptoras, complejas estructuras moleculares formadas al unir una proteína con un pigmento sensible a la luz. El criptocromo también es conocido como el fotorreceptor UV-A, ya que absorbe luz ultravioleta en la sección de onda larga "A". El receptor UV-B consiste en uno o más compuestos que aún deben ser identificados con exactitud, aunque algunas evidencias sugieren como candidatos caroteno y riboflavina.²Protoclorofilidea, como su nombre sugiere, es un precursor químico de la clorofila.

El fotorreceptor más estudiado es el fitocromo. Es sensible a la luz de la región roja a infrarroja del espectro visible. Muchas fanerógamas lo utilizan para regular el periodo de floración basado en la duración del día y la noche (fotoperiodismo) y para ajustar los ritmos circadianos. También regula otras respuestas, como la germinación de las

semillas, el tamaño, forma y número de hojas, la síntesis de la clorofila y la alineación del epicótilo o hipocótilo de las plántulas dicotiledóneas.**(Vegetable seedlings grown in a float system. 2003)**

2.1.12.- Ecofisiología

Paradójicamente, esta subdisciplina es, por un lado un campo de estudio reciente en ecología vegetal y por otro, uno de los más antiguos.¹

La fisiología medioambiental, término preferido entre los fisiólogos, examina las respuestas de las plantas a factores físicos tales como la radiación (incluida la luz y la radiación ultravioleta), la temperatura, el fuego y el viento. La relación con el agua (que se puede medir con una bomba de presión) y el estrés de la sequía o inundación, el intercambio de gases con la atmósfera, así como el ciclo de nutrientes, como el nitrógeno y carbono, son factores de una particular importancia.

También se examina la respuesta a factores biológicos, lo que incluye no solo las interacciones negativas, como la competencia, la predación herbívora, enfermedades y parasitismo, sino también el mutualismo y la polinización.**(Nobel, ediciones 2004)**

2.1.13.- Tropismos y movimientos násticos

(Internet. Artículo principal: Tropismo)

(Internet. Artículo principal: Nastia)

Las plantas pueden responder tanto a estímulos direccionales como no direccionales. La respuesta a un estímulo direccional, como la gravedad o la luz solar, se llama tropismo y la respuesta a uno no direccional es un movimiento nástico.

Los tropismos son el resultado de crecimientos celulares diferenciados, en los cuales las células de una parte de la planta se elongan más que las de la otra, provocando que se incline hacia el lado con menor crecimiento. Entre los tropismos más comunes se

encuentra el fototropismo, la inclinación de la planta hacia una fuente de luz. El fototropismo le permite maximizar la exposición luminosa en aquellas que requieren luz adicional para realizar la fotosíntesis o minimizarla en las que están sujetas a luz y calor intensos. El geotropismo permite a las raíces determinar la gravedad y crecer hacia abajo. Los tropismos son, generalmente, el resultado de la interacción entre el medio y la producción de una o más fitohormonas.

A diferencia de los tropismos, los movimientos násticos son el resultado de los cambios en la presión osmótica dentro de los tejidos vegetales y pueden ocurrir rápidamente. Un ejemplo familiar es la seismonastia (respuesta al tacto o la vibración) en la Venus atrapamoscas, una planta carnívora. Las trampas consisten en hojas modificadas en forma de pala con pelos sensibles situados en el interior de la hoja. Cuando un insecto u otro animal toca estos pelos la hoja se pliega. Aunque la trampa se cierra rápidamente debido a los cambios de presión producidos en las células, se debe reabrir lentamente para dar tiempo a que la planta digiera el alimento.

2.1.14.- Enfermedades vegetales

(Internet. Artículo principal: Fitopatología)

Económicamente, una de las áreas más importantes de investigación en ecofisiología es la fitopatología, el estudio de las enfermedades y la forma en que resisten o hacen frente a la infección. Las plantas son susceptibles a los mismos organismos patógenos que los animales, incluidas bacterias, virus y hongos, así como a la invasión física de insectos y nematodos.

Ya que la biología vegetal difiere de la animal, sus síntomas y respuestas son también diferentes. En algunos casos, una planta puede, simplemente, deshacerse de sus hojas o flores para evitar extender la enfermedad, en un proceso llamado abscisión. Las plantas, a diferencia de los animales, que pueden contagiar una enfermedad por contacto físico casual, tienden a diseminar los patógenos a través de esporas o son transportados por vectores animales.

Uno de los avances más importantes en el control de enfermedades vegetales fue el descubrimiento, en el siglo XIX, del Caldo bordelés. Este caldo, compuesto por sulfato de cobre y óxido de calcio (cal viva), es el primer fungicida conocido. Su aplicación sirvió para inhibir el crecimiento del mildiu que amenazaba gravemente la industria vinícola francesa.

2.1.15.- Historia de la Fisiología Vegetal

Sir Francis Bacon publicó uno de los primeros experimentos sobre fisiología vegetal en 1627, en el libro *Sylva Sylvarum*. Bacon cultivó varias especies terrestres, incluido un rosal en agua y llegó a la conclusión de que solo se necesitaba el sustrato para mantener las plantas erguidas. Jan Baptist van Helmont publicó lo que se considera el primer experimento cuantitativo en esta materia en 1648. Durante cinco años, cultivó un sauce en una maceta que contenía 90,718 kg de sustrato desecado en un horno. Este sustrato perdió solamente 900 gramos de su peso y van Helmont dedujo que las plantas obtienen todo su peso del agua, no del suelo.

En 1699, John Woodward publicó experimentos sobre el crecimiento de la menta verde en diferentes tipos de aguas y averiguó que crecía mucho mejor en agua con sustrato añadido en lugar de en agua destilada.

A Stephen Hales se le considera el padre de la fisiología vegetal debido a los muchos experimentos realizados y recogidos en el libro 1727;⁵ si bien Julius von Sachs unificó las diferentes partes de la fisiología vegetal reuniéndolas como disciplina. Su *Lehrbuch der Botanik* fue como la biblia de esta materia en sus tiempos.⁶

Durante la década de 1800, los investigadores descubrieron que las plantas absorben los nutrientes minerales esenciales como iones inorgánicos del agua. En condiciones naturales, el suelo actúa como almacén de nutrientes minerales, pero este suelo, en sí mismo, no es esencial para su crecimiento. Cuando los minerales del sustrato se disuelven en el agua las raíces de la planta los absorben rápidamente, el suelo ya no es necesario para que esta prospere. Esta observación es la base de la hidroponía, el

crecimiento en una solución líquida en lugar de sustrato, lo que se ha convertido en una técnica estándar de investigación biológica, ejercicios educativos en laboratorios o producción de cultivos como pasatiempo. **(Vegetable seedlings grown in a float system. 2003)**

2.1.16.- Producción alimenticia.

En horticultura y agricultura junto con la ciencia alimentaria, la fisiología vegetal es un tema importante relacionado con las frutas, verduras y otras partes consumibles de la planta. Los temas estudiados incluyen: requisitos *climáticos*, maduración del fruto, caída, nutrición. La producción de cosechas alimentarias también vincula el estudio de la fisiología con temas que cubren los tiempos de plantación y recolección óptimos y el almacenado de los productos para el consumo humano, además de la producción de sustancias secundarias para la farmacología y la cosmética. **(CASSERES, E. 1984).**

2.1.17.- El Agua

El **agua** (del latín *aqua*) es una sustancia cuya molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H_2O). Es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida. El término agua, generalmente, se refiere a la sustancia en su estado líquido, pero la misma puede hallarse en su forma sólida llamada hielo, y en forma gaseosa denominada vapor. El agua cubre el 71% de la superficie de la corteza terrestre.² Se localiza principalmente en los océanos donde se concentra el 96,5% del agua total, los glaciares y casquetes polares poseen el 1,74%, los depósitos subterráneos (acuíferos), los permafrost y los glaciares continentales suponen el 1,72% y el restante 0,04% se reparte en orden decreciente entre lagos, humedad del suelo, atmósfera, embalses, ríos y seres vivos.³ El agua es un elemento común del sistema solar, hecho confirmado en descubrimientos recientes. Puede ser encontrada, principalmente, en forma de hielo; de hecho, es el material base de los cometas y el vapor que compone sus colas.

Desde el punto de vista físico, el agua circula constantemente en un ciclo de evaporación o transpiración (evapotranspiración), precipitación, y desplazamiento hacia el mar. Los vientos transportan tanto vapor de agua como el que se vierte en los mares mediante su curso sobre la tierra, en una cantidad aproximada de 45.000 km³ al año. En tierra firme, la evaporación y transpiración contribuyen con 74.000 km³ anuales al causar precipitaciones de 119.000 km³ cada año.

Se estima que aproximadamente el 70% del agua dulce es usada para agricultura.⁵ El agua en la industria absorbe una media del 20% del consumo mundial, empleándose en tareas de refrigeración, transporte y como disolvente de una gran variedad de sustancias químicas. El consumo doméstico absorbe el 10% restante.

El agua es esencial para la mayoría de las formas de vida conocidas por el hombre, incluida la humana. El acceso al agua potable se ha incrementado durante las últimas décadas en la superficie terrestre. Sin embargo estudios de la FAO, estiman que uno de cada cinco países en vías de desarrollo tendrá problemas de escasez de agua antes del 2030; en esos países es vital un menor gasto de agua en la agricultura modernizando los sistemas de riego.(**Edafología tropical, México 1970**).

2.1.18.- Propiedades físicas y químicas del Agua.

El agua es una sustancia que químicamente se formula como H_2O ; es decir, que una molécula de agua se compone de dos átomos de hidrógeno enlazados covalentemente a un átomo de oxígeno.

Fue Henry Cavendish quien descubrió en 1781 que el agua es una sustancia compuesta y no un elemento, como se pensaba desde la Antigüedad. Los resultados de dicho descubrimiento fueron desarrollados por Antoine Laurent de Lavoisier dando a conocer que el agua estaba formada por oxígeno e hidrógeno. En 1804, el químico francés Joseph Louis Gay-Lussac y el naturalista y geógrafo alemán Alexander von Humboldt demostraron que el agua estaba formada por dos volúmenes de hidrógeno por cada volumen de oxígeno (H_2O).

Las propiedades fisicoquímicas más notables del agua son:

- El agua es insípida e inodora en condiciones normales de presión y temperatura. El color del agua varía según su estado: como líquido, puede parecer incolora en pequeñas cantidades, aunque en el espectrógrafo se prueba que tiene un ligero tono azul verdoso. El hielo también tiende al azul y en estado gaseoso (vapor de agua) es incolora.
- El agua bloquea sólo ligeramente la radiación solar UV fuerte, permitiendo que las plantas acuáticas absorban su energía.
- Ya que el oxígeno tiene una electronegatividad superior a la del hidrógeno, el agua es una molécula polar. El oxígeno tiene una ligera carga negativa, mientras que los átomos de hidrógenos tienen una carga ligeramente positiva del que resulta un fuerte momento dipolar eléctrico. La interacción entre los diferentes dipolos eléctricos de una molécula causa una atracción en red que explica el elevado índice de tensión superficial del agua.
- La fuerza de interacción de la tensión superficial del agua es la fuerza de van der Waals entre moléculas de agua. La aparente elasticidad causada por la tensión superficial explica la formación de ondas capilares. A presión constante, el índice de tensión superficial del agua disminuye al aumentar su temperatura. También tiene un alto valor adhesivo gracias a su naturaleza polar.
- La capilaridad se refiere a la tendencia del agua de moverse por un tubo estrecho en contra de la fuerza de la gravedad. Esta propiedad es aprovechada por todas las plantas vasculares, como los árboles.
- Otra fuerza muy importante que refuerza la unión entre moléculas de agua es el enlace por puente de hidrógeno.

- El punto de ebullición del agua (y de cualquier otro líquido) está directamente relacionado con la presión atmosférica. Por ejemplo, en la cima del Everest, el agua hierve a unos 68° C, mientras que al nivel del mar este valor sube hasta 100°. Del mismo modo, el agua cercana a fuentes geotérmicas puede alcanzar temperaturas de cientos de grados centígrados y seguir siendo líquida.¹⁴ Su temperatura crítica es de 373,85 °C (647,14 K), su valor específico de fusión es de 0,334 kJ/g y su índice específico de vaporización es de 2,23kJ/g.
- El agua es un disolvente muy potente, al que se ha catalogado como el disolvente universal, y afecta a muchos tipos de sustancias distintas. Las sustancias que se mezclan y se disuelven bien en agua —como las sales, azúcares, ácidos, álcalis, y algunos gases (como el oxígeno o el dióxido de carbono, mediante carbonación)— son llamadas *hidrófilas*, mientras que las que no combinan bien con el agua —como lípidos y grasas— se denominan sustancias *hidrofóbicas*. Todos los componentes principales de las células de proteínas, ADN y polisacáridos se disuelven en agua. Puede formar un azeótropo con muchos otros disolventes.
- El agua es miscible con muchos líquidos, como el etanol, y en cualquier proporción, formando un líquido homogéneo. Por otra parte, los aceites son *inmiscibles* con el agua, y forman capas de variable densidad sobre la superficie del agua. Como cualquier gas, el vapor de agua es miscible completamente con el aire.
- El agua pura tiene una conductividad eléctrica relativamente baja, pero ese valor se incrementa significativamente con la disolución de una pequeña cantidad de material iónico, como el cloruro de sodio.
- El agua tiene el segundo índice más alto de capacidad calorífica específica —sólo por detrás del amoníaco— así como una elevada entalpía de vaporización (40.65 kJ mol⁻¹); ambos factores se deben al enlace de hidrógeno entre

moléculas. Estas dos inusuales propiedades son las que hacen que el agua "modere" las temperaturas terrestres, reconduciendo grandes variaciones de energía.

- La densidad del agua líquida es muy estable y varía poco con los cambios de temperatura y presión. A la presión normal (1 atmósfera), el agua líquida tiene una mínima densidad (0,958 kg/l) a los 100 °C. Al bajar la temperatura, aumenta la densidad (por ejemplo, a 90 °C tiene 0,965 kg/l) y ese aumento es constante hasta llegar a los 3,8 °C donde alcanza una densidad de 1 kg/litro. Esa temperatura (3,8 °C) representa un punto de inflexión y es cuando alcanza su máxima densidad (a la presión mencionada). A partir de ese punto, al bajar la temperatura, la densidad comienza a disminuir, aunque muy lentamente (casi nada en la práctica), hasta que a los 0° disminuye hasta 0,9999 kg/litro. Cuando pasa al estado sólido (a 0 °C), ocurre una brusca disminución de la densidad pasando de 0,9999 kg/l a 0,917 kg/l.
- El agua puede descomponerse en partículas de hidrógeno y oxígeno mediante electrólisis.
- Como un óxido de hidrógeno, el agua se forma cuando el hidrógeno —o un compuesto conteniendo hidrógeno— se quema o reacciona con oxígeno —o un compuesto de oxígeno—. El agua no es combustible, puesto que es un producto residual de la combustión del hidrógeno. La energía requerida para separar el agua en sus dos componentes mediante electrólisis es superior a la energía desprendida por la recombinación de hidrógeno y oxígeno. Esto hace que el agua, en contra de lo que sostienen algunos rumores, no sea una fuente de energía eficaz.
- Los elementos que tienen mayor electropositividad que el hidrógeno —como el litio, el sodio, el calcio, el potasio y el cesio— desplazan el hidrógeno del agua, formando hidróxidos. Dada su naturaleza de gas inflamable, el

hidrógeno liberado es peligroso y la reacción del agua combinada con los más electropositivos de estos elementos es una violenta explosión.

Actualmente se sigue investigando sobre la naturaleza de este compuesto y sus propiedades, a veces traspasando los límites de la ciencia convencional.¹⁸ En este sentido, el investigador John Emsley, divulgador científico, dijo en cierta ocasión del agua que "*(Es) una de las sustancias químicas más investigadas, pero sigue siendo la menos entendida*".(Texto guía, Manejo y conservación del suelo, 2004).

2.1.19.- El ciclo del agua

(Internet. Artículo principal: Ciclo del agua)

Con ciclo del agua —conocido científicamente como el *ciclo hidrológico*— se denomina al continuo intercambio de agua dentro de la hidrosfera, entre la atmósfera, el agua superficial y subterránea y los organismos vivos. El agua cambia constantemente su posición de una a otra parte del ciclo de agua, implicando básicamente los siguientes procesos físicos:

- evaporación de los océanos y otras masas de agua y transpiración de los seres vivos (animales y plantas) hacia la atmósfera,
- precipitación, originada por la condensación de vapor de agua, y que puede adoptar múltiples formas,
- escorrentía, o movimiento de las aguas superficiales hacia los océanos.

La energía del sol calienta la tierra, generando corrientes de aire que hacen que el agua se evapore, ascienda por el aire y se condense en altas altitudes, para luego caer en forma de lluvia. La mayor parte del vapor de agua que se desprende de los océanos vuelve a los mismos, pero el viento desplaza masas de vapor hacia la tierra firme, en la misma proporción en que el agua se precipita de nuevo desde la tierra hacia los mares (unos 45.000 km³ anuales). Ya en tierra firme, la evaporación de cuerpos acuáticos y la transpiración de seres vivos contribuye a incrementar el total de vapor

de agua en otros 74.000 km³ anuales. Las precipitaciones sobre tierra firme —con un valor medio de 119.000 km³ anuales— pueden volver a la superficie en forma de líquido —como lluvia—, sólido —nieve o granizo—, o de gas, formando nieblas o brumas. El agua condensada presente en el aire es también la causa de la formación del arco iris: La refracción de la luz solar en las minúsculas partículas de vapor, que actúan como múltiples y pequeños prismas. El agua de escorrentía suele formar cuencas, y los cursos de agua más pequeños suelen unirse formando ríos. El desplazamiento constante de masas de agua sobre diferentes terrenos geológicos es un factor muy importante en la conformación del relieve. Además, al arrastrar minerales durante su desplazamiento, los ríos cumplen un papel muy importante en el enriquecimiento del suelo. Parte de las aguas de esos ríos se desvían para su aprovechamiento agrícola. Los ríos desembocan en el mar, depositando los sedimentos arrastrados durante su curso, formando deltas. El terreno de estos deltas es muy fértil, gracias a la riqueza de los minerales concentrados por la acción del curso de agua. El agua puede ocupar la tierra firme con consecuencias desastrosas: Las inundaciones se producen cuando una masa de agua rebasa sus márgenes habituales o cuando comunican con una masa mayor —como el mar— de forma irregular. Por otra parte, y aunque la falta de precipitaciones es un obstáculo importante para la vida, es natural que periódicamente algunas regiones sufran sequías. Cuando la sequedad no es transitoria, la vegetación desaparece, al tiempo que se acelera la erosión del terreno. Este proceso se denomina desertización y muchos países adoptan políticas para frenar su avance. En 2007, la ONU declaró el 17 de junio como el *Día mundial de lucha contra la desertización y la sequía*".

2.1.20.- El agua dulce en la naturaleza

El agua dulce en la naturaleza se renueva gracias a la atmósfera que dispone de 12.900 km³ de vapor de agua. Sin embargo, se trata de un volumen dinámico que constantemente se está incrementando en forma de evaporación y disminuyendo en forma de precipitaciones, estimándose el volumen anual en forma de precipitación o agua de lluvia entre 113.500 y 120.000 km³ en el mundo. Estos volúmenes suponen la

parte clave de la renovación de los recursos naturales de agua dulce. En los países de clima templado y frío la precipitación en forma de nieve supone una parte importante del total.³²

El 68,7% del agua dulce existente en el mundo está en los glaciares y mantos de hielo. Sin embargo, en general, no se consideran recursos hídricos por ser inaccesibles (Antártida, Ártico y Groenlandia). En cambio los glaciares continentales son básicos en los recursos hídricos de muchos países.

Las aguas superficiales engloban los lagos, embalses, ríos y humedales suponiendo solamente el 0,3% del agua dulce del planeta, sin embargo representan el 80% de las aguas dulces renovables anualmente de allí su importancia.

También el agua subterránea dulce almacenada, que representa el 96% del agua dulce no congelada de la Tierra, supone un importante recurso. Según Morris los sistemas de aguas subterráneas empleados en abastecimiento de poblaciones suponen entre un 25 y un 40% del agua potable total abastecida. Así la mitad de las grandes megalópolis del mundo dependen de ellas para su consumo. En las zonas donde no se dispone de otra fuente de abastecimiento representa una forma de abastecimiento de calidad a bajo coste.

La mayor fuente de agua dulce del mundo adecuada para su consumo es el Lago Baikal, de Siberia, que tiene un índice muy reducido en sal y calcio y aún no está contaminado.

2.1.21.- La horticultura

proviene etimológicamente de las palabras latinas *hortus* (jardín, huerta, planta) y *cultura* ("cultivo") clásicamente significaba «cultivo en huertas»; el término se aplica también a la producción de hortalizas e incluso a la producción comercial moderna. **(Fertirrigación. Cultivos Hortícolas y Ornamentales. Ed. Mundi-prensa.)**

2.1.22.- La horticultura orgánica

es la ciencia y el arte de cultivar frutas, verduras, flores y plantas ornamentales usando los principios básicos de la agricultura orgánica para mejorar y conservar los suelos, controlar las plagas y preservar variedades o cultivares ancestrales.

Horticultura deriva de las palabras latinas *hortus* (planta hortaliza) y *cultura* (cultivo), También se la suele definir como al cultivo de plantas sin hacer uso del arado. La horticultura entonces requiere el trabajo humano con herramientas y maquinaria pequeña.(Fertirrigación. Cultivos Hortícolas y Ornamentales. Ed. Mundi-prensa.)

CAPITULO III

CUERPO CENTRAL DE LA PROPUESTA

3.1.- COMPONENTES PRINCIPALES DE LA PROPUESTA.

La presente propuesta se plantea a la necesidad del encuentro de nuevas prácticas productivas en una zona donde la vocación del suelo es forestal, no corresponde las prácticas de una agricultura intensiva ocasionando serias lesiones al ecosistema, por ello, describimos la búsqueda de una solución líquida orgánica nutritiva experimental bajo los siguientes componentes:

- ✓ Diagnostico situacional y contextual.
 - o Identificación de la propuesta mediante un análisis FODA.
- ✓ Cultura productiva en la zona.
- ✓ Climatología Amazónica.
- ✓ Desarrollo central de la propuesta (componentes orgánicos).
- ✓ Desarrollo Investigativo.
- ✓ Temperatura Ambiente.
- ✓ Modo de implementación.
- ✓ Aplicación de la solución líquida.
- ✓ Composición Líquida Nutricional Ideal.
- ✓ Factibilidad del Proyecto.
- ✓ Indicadores de evaluación del proyecto.

Conociendo entonces la necesidad de contar con una nueva práctica de cultivo y producción de hortalizas en la zona, es importante la difusión de estos resultados a los productores de hortalizas de la comunidad Las Piedras.

Este documento concentra una serie de información experimental y resultados cíclicos productivos de mucha importancia para el horticultor individual o colectivo.

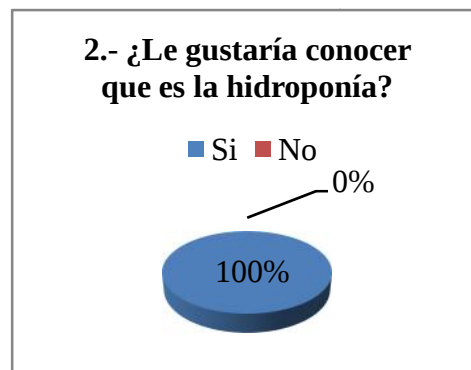
3.1.2.- DIAGNÓSTICO SITUACIONAL Y CONTEXTUAL.

Figura N° 3



Fuente: Elaboración Propia.

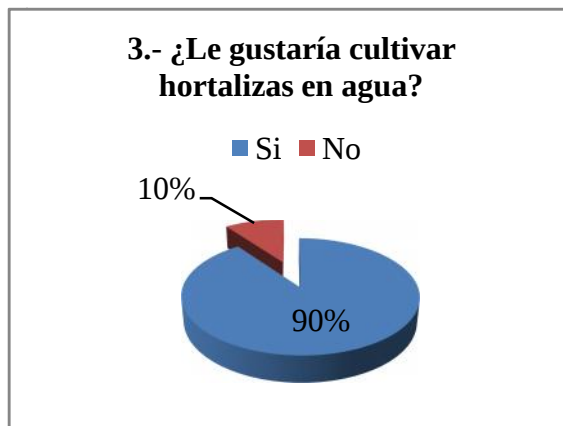
Figura N° 4



Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a la recolección de datos mediante la encuesta realizada, se identifica el desconocimiento de los horticultores de la Comunidad Las Piedras sobre lo que es la hidroponía, y nos demuestra el gran interés de conocer la producción de hortalizas bajo el sistema hidropónico.

Figura N° 5



Fuente: Elaboración Propia.

La siguiente figura demuestra que el 90% de los socios de la Asociación de horticultores están interesados en adoptar el nuevo sistema productivo en sus parcelas, quedando el 10% en negativa eventual.

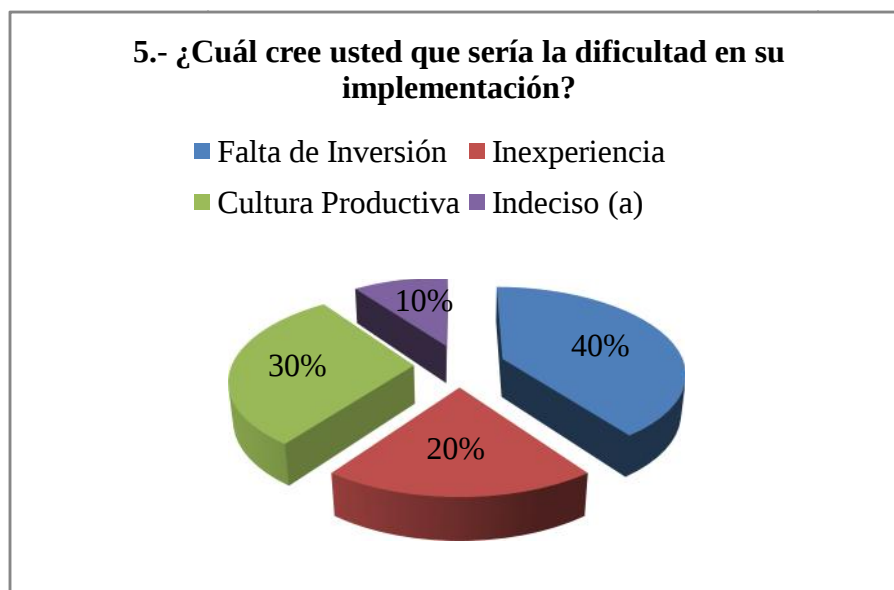
Figura N° 6



Fuente: Elaboración Propia.

La presente ilustración identifica que el 80% de los encuestados desean implementar el proyecto en su asociación, quedando el 20% en indecisión eventual.

Figura N° 7



Fuente: Elaboración Propia.

El presente grafico hace una demostración diversificada de la dificultad que tienen los horticultores en la implementación del proyecto con nuevas tecnologías.

3.1.2.1.- Validación de la propuesta mediante un análisis FODA.

3.1.2.2.- Fortalezas.- La región se constituye en una masa boscosa de vocación forestal y suelos ácidos clasificados como óxisoles cuyo horizontes es indefinido de color rojo amarillento por la abundancia de materiales de hierro de nivel pobre medio bajo, que requiere abundante fertilización, este análisis edafológico identifica la imposibilidad de practicar producción intensiva de alimentos encareciendo cualquier emprendimiento, sin embargo; la región cuenta con gran cantidad de agua dulce superficial (ríos, arroyos y vertientes) de nivel alcalino medio con un PH de 7.6-8.0, nivel apropiado para la utilización del agua en otras prácticas productivas como la hidroponía o aeroponía; sistemas que se están utilizando en otras partes del mundo para producir alimentos.

3.1.2.3.- Oportunidades.

Como ya se ha demostrado que la zona es de vocación forestal existe la oportunidad del cambio de prácticas productivas en la zona mediante otros medios y prácticas que están dando resultados en otras zonas del mundo, la producción de vegetales en sistemas hidropónico o aeropónicos sería la respuesta al alarmante promedio de desbosque en la región fijados en 350,000 ha/años; taza que se utiliza para el cultivo de granos, tubérculos y pasturas, utilizados para la alimentación de animales y humanos, factores que promueven la ampliación de las fronteras agrícolas.

3.1.2.4.- Debilidades.

3.1.2.5.- Análisis físico y químico del suelo.

Tomando en cuenta esta debilidad química y física del suelo urge la necesidad de implementar nuevas prácticas productivas que fortalezcan este cuadro crítico de la producción convencional en la región.

3.1.2.6.- Amenazas.

3.1.2.7.- Interpretación de análisis ambiental social, político administrativo y productivo de los factores de alto riesgo en el Municipio de Puerto Gonzalo Moreno.

CuadroN° 2.-Variable Ambiental.

Clasificación	
Ambiental.	➤ Desbosque. ➤ Cambio de vocación del suelo. ➤ Pérdida de Flora y Fauna. ➤ Pérdida de flujos de aguas (ríos y vertientes). ➤ Ausencias de lluvias estacionales. ➤ Elevación de temperaturas. ➤ Cambios de ciclos productivos. ➤ Alimentos de baja calidad. ➤ Baja tasa de productividad.

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N° 3.- Variable Social.

Clasificación	
Social.	➤ Crecimiento demográfico. ➤ Alta contaminación. ➤ Alto requerimiento de alimentos. ➤ Baja educación ambiental y productiva. ➤ Presencias de cinturones de pobreza. ➤ Tasa delincuencia. ➤ Falta de oportunidades. ➤ Degradación social.

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N° 4.- Variable Político Administrativo.

Clasificación	
Político Administrativo.	➤ Políticas públicas productivas. ➤ Inexistencia de programas de producción. ➤ Subvención y condonación. ➤ Nuevas Normativas. ➤ Imposición y falta de consensos. ➤ Ausencia de inversión.

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N° 5.- Variable Productivo

Clasificación	
Productivo.	➤ Cultura productiva. ➤ Vocación del suelo. ➤ Baja producción. ➤ Mejoramiento genético. ➤ Vías de acceso. ➤ Costo de transporte.

Fuente: Elaboración Propia.

El presente análisis FODA desnudo muchas debilidades y amenazas, pero también demostró mucha fortalezas y oportunidades.

3.1.3.- CULTURA PRODUCTIVA EN LA ZONA.

La zona que forma parte de la amazonia desde su nacimiento en la nueva república, su cultura productiva se orientó en la recolección; siendo su primera actividad, el aprovechamiento de la “Quina” una especie con propiedades anesteciante y de sabor acido-amargo utilizado en esos tiempos para combatir la malaria y otras enfermedades endémicas, después fue el caucho, de requerimiento mundial que dio

origen a la era industrial del siglo XX; luego vino la castaña, la madera, el asahí, el majo, el palmarreal y otros; ninguna de estas especies se cultivan ellas viven por siglos en el bosque.

Esto explica porque la población del campo tiene muy poco apego a la agricultura extensiva, solo se practicó de siglos la agricultura de subsistencia originando así un espíritu conservador de la naturaleza, sin embargo; en los últimos tiempos se alteraron muchos factores que están obligando al desbosque descontrolado en la zona, por eso; el presente estudio de investigación introduce una nueva propuesta productiva de alto rendimiento y cero contaminación ambiental, hablamos del sistema de producción hidropónico que no requiere de mucho espacio y suelo, aprovechando todos los residuos orgánicos disponibles existentes en el predio individual o colectivo, convirtiendo el presente estudio de investigación en una propuesta positiva de futuro.

3.1.4.- CLIMATOLOGÍA AMAZÓNICA.

La región norte amazónica del país es una zona boscosa que comprende dos periodos cíclicos climatológicos, el primero se la llama época seca, y el segundo la época lluviosa.

La época seca se manifiesta en el mes de junio hasta el mes de octubre, y la época lluviosa empieza en el mes de noviembre y termina en el mes de mayo; ciclo que maneja todo el sector productivo de la zona haciendo aprovechamiento de las bondades climatológicas que ofrece la región.

La temporada seca promueve el secado del área intervenida destinada a la futura actividad productiva, con una precipitación fluvial de 1200 a 1400 mililitros promoviendo el crecimiento y floración de las especies cultivadas y la natural, además de su cosecha y aprovechamiento.

3.1.5.- DESARROLLO CENTRAL DE LA PROPUESTA (Componentes Orgánicos).

3.1.5.1.- Cultivo de Hortalizas en solución líquida orgánica nutritiva en sistema hidropónico.

Para estructurar la formulación adecuada destinada a la investigación, se utilizaron los siguientes elementos:

Cuadro N° 6.- Materiales de Experimentación Orgánicos.

Clasificación	
Factores Orgánicos.	➤ Agua = H₂O. ➤ Estiércol de Ganado vacuno. ➤ Harina de hueso de res. ➤ Harina de hueso de pescado. ➤ Orín de Ganado vacuno. ➤ Cascara de huevos. ➤ Hojas de leguminosas.

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N° 7.-Materiales de Experimentación Inorgánicos.

Clasificación	
Factores Inorgánicos.	➤ Arena. ➤ Grava. ➤ Envase plastic desechable. ➤ Tuvo PVC. ➤ Poliestireno. ➤ Poliotileno. ➤ Regulador de PH (Genco Solución).

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.5.2.-La importancia del H₂O

El H₂O es un elemento básico para todas las formas de vida, (humanos, animales, plantas y microorganismos), el H₂O como disolvente constituye junto con las sales minerales la solución adecuada para el suelo, las diferentes clases de suelos que se forman dependen en buena parte del comportamiento del movimiento del H₂O, los suelos salinos son resultados del movimiento ascendente del H₂O, es también lo que provoca la erosión del suelo, en realidad el H₂O del suelo es un regulador importante de las actividades físicas químicas y biológicas que promueven las principales fuentes de vida.

El H₂O que proviene de la lluvia, así como el H₂O que proviene del subsuelo entran en el suelo por infiltración, la pérdida del H₂O se realiza por evaporación y transpiración a la atmosfera, por consiguiente el suelo sirve como depósito regulador del H₂O, el movimiento y retención de H₂O es afectada principalmente por las características del propio suelo tales como:

- ❖ Textura, estructura, naturaleza, cantidades de materiales coloidales, inorgánicos y orgánicos, cantidad de cationes combinables, tamaño y volumen total del espacio poroso.

Como hemos visto el H₂O es regulador tanto de la atmosfera como del suelo y su presencia en el proceso de fotosíntesis vegetal, encontrándose en todos los procesos de transformación orgánica, la presente investigación hace uso del H₂O para alimentar vegetales y promover su crecimiento, floración y frutificación.

3.1.6.- DESARROLLO INVESTIGATIVO.

La experimentación concentro los siguientes elementos básicos:

Cuadro N° 8.- Material de Experimentación en Proporciones.

N°	Descripción	Unidad	Cantidad
1	Agua.	Lts.	50
2	Estiércol.	Kg.	20
3	Harina de hueso de res.	Kg.	2
4	Harina de hueso de pescado.	Kg.	2
5	Orín de ganado vacuno.	Lts.	1
6	Leguminosa Puerarias passoeloide.	Kg.	1
7	Leguminosa zobcilibiunamazonic.	Kg.	1

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.6.1.-Modo de preparación.

En un recipiente de plástico se concentró 50 litros de agua limpia, después se depositó en un costal el estiércol, harina, hueso, orín, hojas leguminosas, y se amarró la parte superior del costal y se lo sumergió en el agua del depósito asegurado de una cuerda con una piedra al fondo por el lapso de dos semanas, pasado ese tiempo se extrae la solución líquida y se la pasa por un colador, luego esta lista para ser utilizada por el hidrocultor y sus programas de cultivo, utilizando un litro de solución madre para cinco litros de agua.

3.1.7.- TEMPERATURA AMBIENTE.

La temperatura ambiente de la zona de cultivo en hidroponía no debe sobre pasar los 30°C en periodos calientes (verano) siendo el nivel ideal de cultivo en hidroponía de 18° a 24°C y de 10° a 16°C en periodos fríos (invierno), temperatura bajo este nivel causa severos daños al desarrollo de la planta.

3.1.7.1.- Oxígeno.

La oxigenación de la solución líquida nutritiva es muy importante, es necesario mover el agua periódicamente de forma manual o mecanizada para tener un buen nivel de aprovechamiento y una oxigenación adecuada antes de su aplicación.

3.1.7.2.- El PH del Agua.

El PH, es una medida numérica del 1 al 14 de la acidéz o alcalinidad activa del ión hidrógeno del suelo.

El PH de la solución nutritiva debe establecerse sobre el valor de 5,5 a 6,5.

Cuadro N° 9.- Escala de Medición.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ácidos					Hortalizas de Hojas, Frutos y Tubérculos	Neutro	Alcalinos						

Fuente: Elaboración Propia.

Los reagentes que ajustan o regulan el PH son ácidos clorídricos, ácidos sulfúrico y ácido nítrico.

3.1.8.- MODO DE IMPLEMENTACIÓN.

Para implementar una cultura hidropónica familiar se realizan elementos que estén a la altura de la economía familiar, la presente investigación utilizo botellas plásticas desechables de refresco, se la corto en dos partes; la parte de arriba se la utilizo para mantener el sustrato inorgánico compuestos por gravas, arena o materia descompuesta debidamente desinfectada con cloro, legía o cal agrícola.

El sustrato sólido inorgánico sirve para sostener las plántulas hasta su fase final, la parte de debajo de la botella sirve para sostener el sustrato después de su aplicación.

3.1.9.- APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN LÍQUIDA.

Existen diversas formulación de soluciones liquidas nutritivas químicas para cultivos de hortalizas en sistemas hidropónicos, pero lo que no existe hasta hoy, es una solución liquida extraída de compuestos orgánicos degradables.

La novedad de la presente investigación es que se utilizó diferentes factores degradable como estiércoles, huesos, orín, leguminosas y otros, para convertirlo en una solución liquida que sirva para cultivar hortalizas bajo el sistema hidropónico familiar, aprovechando los restos fósiles orgánicos que se producen en el campo, sin ningún costo adicional abaratando el costo de producción.

3.1.10.- COMPOSICIÓN LIQUIDA NUTRICIONAL IDEAL.

Proporciones químicas para la composición liquida ideal para cultivo de hortalizas en hidroponía.

Cuadro N° 10.-Tabla de Proporciones.

Macronutrientes		Micronutrientes	
Símbolos Químicos	Mg/L	SímbolosQuímicos	Mg/L
N	200	Fe	12
P	60	Mn	2
K	300	B	0,3
Ca	170	Cu	0,1
Mg	50	Mo	0,2
S	65	Zn	0,1

Fuente: Nobel, Ediciones 2004.

3.1.11.-FACTIBILIDAD DEL PROYECTO.

El presente proyecto de investigación ofrece las pautas necesarias para que se puedan implementar pequeñas huertas de seguridad alimentaria dejando abierta la posibilidad al productor de utilizar su creatividad productiva y ampliar su área hasta llegar a metas productivas más grandes.

3.1.12.- ASPECTOS TÉCNICOS.

Para el presente proyecto de investigación se estableció que, para que funcione de forma organizativa la parte experimental, se elaboró una estructura de actividades la misma que está acorde con lo previsto en la investigación, se utilizaron como ser:

- ❖ Material de experimentación.
- ❖ Restos fósiles orgánicos.
- ❖ Material inorgánico.
- ❖ Formulario de registro.
- ❖ Equipo de computación.
- ❖ Cámara digital.
- ❖ Memoria extraíble.
- ❖ Herramientas de campo y otros.

CAPITULO IV

INVERSIONES, COSTOS DE EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA (Presupuesto)

4. 1.- PRESUPUESTO.

Cuadro N° 11.- PRESUPUESTO DEL PROYECTO

(Expresado en Bolivianos)

ÍTEM	DETALLE	Unidad	Cantidad	CostoUnitario	Costo Total
1	Acopio de Material Orgánico Solido.				
1.1	Chala de arroz	Kg	20	5,00	100,00
1.2	Aserrín	Kg	20	5,00	100,00
1.3	Estiércol	Kg	20	5,00	100,00
1.4	Material Fósil Orgánico	Kg	20	5,00	100,00
1.5	Huesos	Kg	20	5,00	100,00
1.6	Cascaras de Huevos	Kg	20	5,00	100,00
	Sub-Total				600,00
2	Infraestructura				
2.1	Construcción de Vivero	Jornal	1	60,00	60,00
2.2	Preparación y Cultivo	Jornal	1	60,00	60,00
2.3	Labores Culturales	Jornal	30	60,00	1.800,00
2.4	Transporte	Taxi	5	5,00	25,00
	Sub-Total				1.945,00
3	Material de escritorio				
4.1	Resmatam año carta	Unidad	1	40,00	40,00
4.2	Bolígrafo	Caja	1	10,00	10,00
4.3	Transcripciones y Anillado	texto	4	60,00	240,00
4.4	Cámara Digital	Unidad	1	1.200,00	1.200,00
	Sub-Total				1.490,00
4	Detalle de Materiales y Herramientas				
5.1	Carretillas	Unidad	2	500,00	1.000,00
5.2	Lampas	Unidad	2	100,00	200,00
5.3	Bidones	Unidad	4	30,00	120,00
5.4	Clavos	Kg	2	20,00	40,00
5.5	Flexometro	Unidad	1	100,00	100,00
5.6	Baldes	Unidad	4	25,00	100,00
5.7	Bolsas	Unidad	10	5,00	50,00
5.8	Tablas	Unidad	10	40,00	400,00
	Sub-Total				2.010,00
	Costo Total				6.045,00

Fuente: Elaboración Propia.

CAPITULO V

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO

5.1.- INDICADORES DE EVALUACION DEL PROYECTO

5.1.1.-Evaluación Primaria.

Después de haber cultivado con el sujeto de investigación los resultados fueron los siguientes:

Cuadro N° 12.- Tabla de Resultados en el Desarrollo Final de la Planta.

Variedad	Ciclos	Hojas	Tallos	Raíces	Color
Lechuga	35 días	Medianas	Medianos	Profundas	Verde claro
Rábano	30 días	Medianas	Gruesos	Pocoprofundas	Verde claro

Fuente: Elaboración Propia.

5.1.2.-Evaluación Secundaria.

Ventajas del sujeto en estudio.

- o Disminución de la frontera agrícola.
- o Cero contaminación ambiental.
- o Monitoreo práctico del cultivo.
- o Mejor calidad de productos (limpios).
- o Mayor rendimiento/ha.
- o Huertos familiares.
- o Menos áreas ocupadas.
- o Aprovechamiento de restos fósiles orgánicos.

CAPITULO VI

CRONOGRAMA PROPUESTO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

6.1.- CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Cuadro N° 13.-CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

N°	ACTIVIDADES A REALIZAR	Meses, AñoGestión 2015											
		OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
0	Semanas	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª
1	Experimentación de la solución líquida orgánica y elaboración del Perfil de Proyecto de Investigación.												
2	Presentación y defensa del perfil de proyecto de investigación.												
3	Elaboración de instrumentos de recolección de información												
4	Aplicación de encuestas												
5	Elaboración de conclusiones y recomendaciones												
10	Elaboración del primer borrador del informe final.												
11	Revisión y análisis del informe												
12	Corrección de las observaciones realizadas												
13	Presentación final y defensa del Proyecto.												

Fuente: Elaboración Propia.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES

Y

RECOMENDACIONES

7.1.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A partir de la evaluación de los resultados, es posible efectuar las siguientes conclusiones y recomendaciones.

7.1.1.-Conclusiones.

- ✓ La práctica de cultivos bajo sistemas hidropónicos no existe en la zona, se necesitará establecer proyectos pilotos pequeños que motiven a los productores a adoptar conceptos nuevos como productos “limpios” mediante una cultura productiva de calidad y cualidad.
- ✓ Los resultados obtenidos en la experimentación, demuestran la posibilidad de aperturar una nueva práctica productiva en la zona, sin tener que sacrificar otros agentes.
- ✓ Los individuos sometidos a la experimentación, demostraron su asimilación discreta, tomando en cuenta la metodología empírica de implementación, se cree que utilizando la tecnología adecuada los resultados pueden ser mejores.
- ✓ El principal sujeto de investigación que fue la solución líquida orgánica nutritiva, demostró indicadores alentadores que deben ser tomadas en cuenta para una futura investigación que perfeccione lo hasta ahora realizado.
- ✓ En la utilización de la solución líquida nutritiva orgánica en el comportamiento fisiológicos de las plantas y su desarrollo demostró, pequeñas deficiencias de fondo y de forma.

De Fondo.- Porque el líquido orgánico demostró falencias nutritivas que hay que corregir con futuras investigaciones de gabinete y de campo.

De Forma.- Porque las características del individuo investigado (plantas), demostró menos coloración y robustez.

7.1.2.- Recomendaciones.

Las recomendaciones la direccionamos a diferentes actores que tienen que ver con el tema productivo.

- Los productores del municipio tienen una cultura de difícil adaptación a nuevas tendencias pero, si no se cambian estas directrices productivas, tendrán problemas en el futuro próximo.
- Las políticas públicas hasta ahora implementadas en el municipio han tenido siempre un contenido experimental, con criterio de gabinete, es importante la participación de los beneficiarios en la elaboración y seguimiento de los programas productivos con poder de decisión.
- Los diferentes programas de inversión de las entidades encargadas del tema productivo tienen que flexibilizar sus ofertas para que los pequeños y medianos emprendimientos tengan acceso a estas líneas de apoyo.
- Las asociaciones de productores tiene que estructurar y fortalecer sus entidades organizativas y garantizar solidez y solvencia que lo proyecten para las nuevas tendencias de producción y consumo global.
- También se recomienda a las directrices comunales preocuparse por sus asociados haciendo gestiones adecuadas destinadas a la priorización de lo más emergente en materia de producción, seguridad alimentaria y desarrollo humano.
- Cuando emerge algo nuevo no es recomendable quedarse de brazos cruzado, lo nuevo son postulado, el futuro es desafío, recomendamos reaccionar a las demandas.
- Por último, cada vez que se prepara al factor humano con conocimientos técnicos académicos, para el futuro próximo, es recomendable que las universidades estén equipadas con laboratorios adecuados para la formación de nuevos investigadores.

CAPITULO VIII

BIBLIOGRAFÍA

8.1.- BIBLIOGRAFÍA.

- Lambers, H. *Plant physiological ecology* Springer-Verlag New York 1998. ISBN 0-387-98326-0
- Larcher, W. (2001) *Physiological plant ecology* 4th ed. Springer ISBN 3-540-43516-6
- Resh, Howard M. *Cultivos Hidropónicos, Nuevas técnicas de Producción*. Departamento de Ciencia de las Plantas. Universidad de la Columbia Británica, Vancouver, 2001, Editorial Mundi Prensa
- Marfá i Pagés, Oriol, *Recirculación en plantas ornamentales en contenedor*. *Recirculación en cultivos sin suelo*, coord. por Oriol Marfá i Pagés, 2000, ISBN 84-87729-32-0, págs. 111-118
- Marfá i Pagés, Oriol, *Los cultivos sin suelo desde una perspectiva mediterránea*. *Recirculación en cultivos sin suelo*, coord. por Oriol Marfá i Pagés, 2000, ISBN 84-87729-32-0, págs. 11-20
- Blanch i Torrents, Francesc & Marfá i Pagés, Oriol & Biel Loscos, Carmen, *Recirculación en flor cortada: el clavel*. *Recirculación en cultivos sin suelo*, coord. por Oriol Marfá i Pagés, 2000, ISBN 84-87729-32-0, págs. 91-100
- Blanch i Torrents, Francesc & Marfá i Pagés, Oriol, *Recirculación en flor cortada: la gerbera*. *Recirculación en cultivos sin suelo*, coord. por Oriol Marfá i Pagés, 2000, ISBN 84-87729-32-0, págs. 101-110
- Blanch i Torrents, Francesc & Marfá i Pagés, Oriol & Buyatti, M. A., *Viabilidad económica de la recirculación en condiciones mediterráneas*. *Recirculación en cultivos sin suelo*, coord. por Oriol Marfá i Pagés, 2000, ISBN 84-87729-32-0, págs. 119-126
- Marfá i Pagés, Oriol, *La recirculación en los cultivos sin suelo: elementos básicos*.
- ALBERONI, R. de B; RESENDE, L, V. & KISHIBE, R. “Infraestructura para hidroponia”. Apoyo al Productor Rural. Circular Año V, número 71, Lavras, UFPA, 1996.

- ALBERONI, R. de B; RESENDE, L. V. & KISHIBE, R. “Cultivo de Lechuga por sistemahidroponico”. Apoyo al Productor Rural. Circular Año V, número 78, Lavras, UFLA, 1996.
- BERNARDES, L.J.L. & BASSO, E.N. Hidroponía-técnicas e implementación Comercial de Cultivo de Lechuga. Charqueada, Octubre/1993. (Apostila).
- BLISKA Jr. A. & HONÓRARIO S. L. Cartilla Tecnológica-hidroponia. Campinas. 1995, (Apostila).
- CARMELLO, Q. A. de C. “Hidroponía-Cultivo de Plantas sin Suelo”. Cursos Agroootécnicos. Paracicaba, ESALQ-USP/SEBRAE, 1994.
- CARMELLO, Q. A. de C. “Hidroponía. In: Anais da XX Reunião Brasileira de Fraternidad del Suelo y Nutrición de Plantas. Paracicaba, 1992.
- CASTELLANE, P. D. & ARAÚJO, J.A.C. Cultivo sin Suelo-Hidroponia,,Jaboticabal, Funep, 1994.
- DOUGLAS, J. S. Hidroponia: Cultura sin Tierra. Sao Paulo, Nobel, 1989.
- La Hidroponíao Agricultura Hidropónica(De Wikipedia, la enciclopedia libre)
- CULTIVO SIN SUELO (www.agronet.con.mx).
- HIDROPONÍA Y MEDIOAMBIENTE(De Wikipedia, la enciclopedia libre)
- BIOQUÍMICA VEGETAL (Internet. Artículo principal: Fitoquímica)
- NUTRICIÓN VEGETAL (Internet. Artículo principal: nutrición vegetal)
- HORMONAS VEGETALES (Internet. Artículo principal: fitohormonas)
- FOTOMORFOGÉNESIS(Vegetable seedlings grown in a float system. 2003).

ANEXOS

Anexo 1.- FORMATO DE CUESTIONARIO

(Afiliados de la Asociación de Horticultores).

Estimado señor, con el objeto de demostrar el rendimiento de la solución nutritiva orgánica para el cultivo de hortalizas en agua, le invito a formar parte de la contribución del proyecto **“Formular Solución Líquida para Cultivo de Hortalizas en Sistemas Hidropónicos” en la Comunidad Las Piedras, Municipio de Puerto Gonzalo Moreno, Departamento Pando.** Con el apoyo en la contestación a las siguientes interrogantes de la Encuesta:

I. Información General	
1) Fecha:	_____
2) Nombre de la Organización:	_____
3) Dirección:	_____
4) Teléfono:	_____
5) Nombre del Encuestado:	_____
6) Cargo:	_____

II. Consultas	
1) ¿Conoce usted que es la hidroponía?	
SI	NO
2) ¿Le gustaría conocer que es la hidroponía?	
SI	NO
3) ¿Le gustaría cultivar hortalizas en agua?	
SI	NO
4) ¿Desea implementar el proyecto en su Asociación?	
SI	NO
5) ¿Cuál cree usted que sería la dificultad en su implementación?	
- Falta de Inversión	_____
- Inexperiencia	_____
- Cultura Productiva	_____
- Indeciso (a)	_____

Anexo2.- FORMULARIO DE REGISTRO

Resultado del Muestreo Experimental de la Solución Líquida Nutritiva
en el Estímulo y Desarrollo de la Planta.

Variedad	Ciclo Experimental del Desarrollo de las Plantas				
	1° Semana	2° Semana	3° Semana	4° Semana	5° Semana
Lechuga					
Rábano					
Enfermedades					
Lechuga					
Rábano					
Semisombras					
Lechuga					
Rábano					
Temperatura					
Lechuga					
Rábano					
Calendario de Cultivo					
Lechuga					
Rábano					

Anexo 3.- REGISTRO FOTOGRÁFICO

VIVERO EXPERIMENTAL



SUSTRATO SOLIDO ORGÁNICO PARA BANDEJAS



SUSTRATO LÍQUIDO ORGÁNICO NUTRITIVO



DEPOSITO CON AGUA
Y COSTAL CON MATERIAL
ORGANICO FOSSIL



TAPADO Y FERMENTADO POR
15 DÍAS CON EL COSTAL
DENTRO



GERMINACIÓN NORMAL PRIMERA SEMANA.



CRECIMIENTO SEGUNDA SEMANA



DESARROLLO TERCERA SEMANA



DESARROLLO CUARTA SEMANA



DESARROLLO QUINTA SEMANA



RAÍCES EN EL CICLO FINAL



Socialización del Proyecto Directiva Asociación de Horticultores de Las Piedras.

