



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



PRODUCCIÓN HIDROPÓNICA VERTICAL DE LECHUGA
(*Lactuca sativa*) UTILIZANDO ABONO DE CUY (*Cavia porcellus*) y
CERDO (*Sus scrofa domesticus*) EN CONDICIONES
CONTROLADAS

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. IVET ALEXANDRA GUTIERREZ ITURRY

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PUNO - PERÚ

2023



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**PRODUCCIÓN HIDROPÓNICA VERTICAL
DE LECHUGA (*Lactuca sativa*) UTILIZAN
DO ABONO DE CUY (*Cavia porcellus*)**

AUTOR

IVET ALEXANDRA Gutiérrez Iturry

RECuento DE PALABRAS

21586 Words

RECuento DE CARACTERES

110093 Characters

RECuento DE PÁGINAS

112 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

18.0MB

FECHA DE ENTREGA

Oct 2, 2023 11:28 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Oct 2, 2023 11:30 AM GMT-5

● 10% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 10% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

Universidad Nacional del Altiplano  Firmado digitalmente por CANALES GUTIERREZ Angel FAU
20145496170 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 02.10.2023 11:34:39 -05:00

Resumen



DEDICATORIA

Con mucho cariño para las personas que no se rindieron conmigo, y creyeron en mí.



AGRADECIMIENTOS

A Dios por mantenerme con vida.

A mi hermosa madre quien me apoyó económicamente, me sostuvo, es mi motor y único motivo para continuar respirando.

A mí querido abuelo quien me sigue inspirando aun en su ausencia.

A mi docente tutor, el doctor Ángel Canales Gutiérrez por su paciencia y gran apoyo.

A todos mis docentes de la Facultad de Ciencias Biológicas.

A mis jurados de tesis por sus sinceras opiniones.

A todos los que me apoyaron en el invernadero César, Nataly Marisol y la doctora Ingrid, que con ánimos y acciones hicieron mucho por mí.

A mí querido Hermes por todas las veces que me miró con amor.

Y finalmente me agradezco.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 12

ABSTRACT..... 13

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVO GENERAL 15

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... 15

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES..... 16

2.2. MARCO TEÓRICO 20

2.2.1. Lechuga (*Lactuca sativa*) 20

2.2.1.1. Origen..... 20

2.2.1.2. Taxonomía..... 21

2.2.1.3. Descripción botánica..... 22

2.2.1.4. Composición 22

2.2.1.5. Composición nutricional. 23

2.2.1.6. Requerimientos climáticos 25

2.2.2. Hidroponía 27

2.2.2.1. Historia de la hidroponía. 27

2.2.2.2. Hidroponía en el Perú..... 28

2.2.2.3. Lechuga hidropónica. 29

2.2.2.4. Método hidropónico vertical. 30

2.2.2.5. Factores importantes de la hidroponía. 30

2.2.2.6. Temperatura en la hidroponía 31

2.2.2.7. pH en la hidroponía..... 31



2.2.2.8. Oxigenación en hidroponía	32
2.2.2.9 Nutrición en hidroponía	32
2.2.3. Ventajas de la hidroponía	33
2.2.4. Desventajas	34
2.3. MANEJO DEL CULTIVO	34
2.3.1. <i>Lactuca sativa</i> L. var. <i>Acephala</i> Dill.	38

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO	39
3.2. TIPO DE ESTUDIO	40
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO.....	41
3.3.1. Germinación de hortalizas.....	41
3.3.1.1. Elaboración de las soluciones:	41
3.4. DISEÑO ESTADÍSTICO	45
3.5. METODOLOGÍA POR OBJETIVOS.....	46
3.5.1. Diseño de un sistema de estructura con PVC para producción de lechuga con hidroponía.....	46
3.5.2. Comparar el crecimiento (cm) y la biomasa (kg) de lechuga a través de un sistema Hidropónico vertical con tubos PVC aplicando soluciones nutritivas, estiércol de cuy y cerdo.	56
3.5.2.1. Monitoreo de crecimiento con solución de cuy.	56
3.5.2.2. Monitoreo de crecimiento con solución de cerdo.	56
3.5.2.3. Mediciones de biomasa de lechuga con solución de cuy	56
3.5.2.4. Mediciones de biomasa de lechuga con solución de cerdo.....	57
3.5.2.5. Variables de estudio.	57
3.5.2.6. Análisis estadístico.....	57
3.5.2.7. Parámetros de las soluciones nutritivas.....	57

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DISEÑO DE UN SISTEMA DE ESTRUCTURA CON PVC PARA PRODUCCIÓN DE LECHUGA CON HIDROPONÍA.....	59
4.1.1. Aplicación con solución de cuy	61
4.1.2. Aplicación de solución de cerdo	63



4.2. COMPARACIÓN DEL CRECIMIENTO (CM) Y LA BIOMASA (KG) DE LECHUGA A TRAVÉS DE UN SISTEMA HIDROPÓNICO VERTICAL CON TUBOS PVC APLICANDO SOLUCIONES NUTRITIVAS, ESTIÉRCOL DE CUY Y CERDO	65
4.2.1. Resultados (biomasa).....	74
V. CONCLUSIONES.....	77
VI. RECOMENDACIONES	78
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
ANEXOS.....	90

ÁREA: Ciencias Biomédicas.

SUB LÍNEA: Conservación y aprovechamiento de recursos naturales.

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 04 de octubre de 2023



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Ubicación de área de estudio (invernadero de la universidad)	39
Figura 2.	Información de temperatura y clima en Puno, enero a diciembre 2021.	40
Figura 3.	Preparación de las soluciones para el desarrollo de lechuga en un sistema de cultivo de hidroponía. Realizado en el invernadero de la Oficina de Gestión Ambiental de la UNA Puno. Ejecutado desde agosto 2021 hasta febrero de 2022. Puno.	45
Figura 4.	Primer boceto del diseño hidropónico vertical para el desarrollo de la lechuga en un sistema de hidroponía vertical. 2021.....	47
Figura 5.	Segundo boceto del diseño para el desarrollo de la lechuga en un sistema de hidroponía vertical 2021, Puno.	48
Figura 6.	Diseño final del proyecto para el desarrollo de la lechuga en un sistema de hidroponía vertical 2021, Puno.	49
Figura 7.	Tubo PVC adecuado diseño para el desarrollo de la lechuga en un sistema de hidroponía vertical 2021, Puno.	52
Figura 8.	Diseño en proceso para el desarrollo de la lechuga en un sistema de hidroponía vertical 2021, Puno.	55
Figura 9.	Diseño hidropónico vertical, (solución de cuy) para el desarrollo de la lechuga 2021, Puno	64
Figura 10.	Diseño hidropónico vertical, (Solución de cerdo) para el desarrollo de la lechuga 2021, Puno.	64
Figura 11.	Regresión de la solución de cerdo a través del tiempo en días 2021, Puno.	70
Figura 12.	Regresión de la solución de cuy a través del tiempo en días 2021, Puno....	71



Figura 13. Regresión de las hojas de la solución de cerdo a través del tiempo en días	72
Figura 14. Regresión con respecto a hojas de la solución de cuy a través del tiempo en días.	73
Figura 15. Longitud de hojas (cm) de lechuga con dos sistemas de soluciones (cuy y cerdo) para el crecimiento en un sistema hidropónico vertical.....	75
Figura 16. Número de hojas (cm) de lechuga con dos sistemas de soluciones (cuy y cerdo) para el crecimiento en un sistema hidropónico vertical.....	76



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Composición general de la lechuga.	23
Tabla 2.	Composición nutricional de la lechuga.	24
Tabla 3.	Composición de la solución de cuy para la aplicación en el desarrollo de la lechuga en hidroponía vertical. Realizado en el Invernadero de la Oficina de Gestión Ambiental de la UNA Puno. 2021.	42
Tabla 4.	Composición de la solución de cerdo aplicada al desarrollo de la lechuga en un sistema de hidroponía vertical, realizado en el invernadero de la Oficina de Gestión Ambiental de la UNA Puno. Ejecutado desde agosto 2021 hasta febrero de 2022. Puno.	42
Tabla 5.	Análisis físico-químico de abono líquido-biol base Puno.	43
Tabla 6.	Comparación final de biomasa 2021, Puno.	74



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

cm: centímetro

CE: Conductividad eléctrica

D.E.: desviación estándar

E.E.: error estándar

HR: Humedad Relativa

HR Max.: humedad relativa máxima

HR Min.: humedad relativa mínima

g: gramos

kg: kilogramo

L: litro

ml: mililitros

Min.: mínimo

OD: oxígeno disuelto

ppm: partes por millón

PSU: Unidades prácticas de salinidad

°C: grados centígrados

%: porcentaje

μS: micro Siemens



RESUMEN

Las soluciones propuestas fueron las de cerdo y cuy, seleccionadas debido a su idoneidad como opciones de abono en la región de Puno, específicamente en el Invernadero de Investigación Formativa Ambiental, subunidad de Gestión Ambiental de la UNA-Puno. Los objetivos del estudio fueron los siguientes: a) Diseñar un sistema de estructura con PVC para la producción de lechuga mediante el método de hidroponía y b) Comparar el crecimiento (en centímetros) y la biomasa (en kilogramos) de las lechugas utilizando un sistema hidropónico vertical. Para llevar a cabo esta comparación, se implementó un diseño de bloques al azar (DBA). Se realizaron mediciones de altura (en centímetros) y biomasa (en gramos) cada 17 días. Se aplicaron análisis estadísticos, incluyendo el análisis de varianza y la prueba de Tukey para determinar las diferencias en el crecimiento entre las dos soluciones de abono (cerdo y cuy). Además, se empleó la prueba de Kruskal-Wallis para evaluar las diferencias en el número de hojas y se realizó un análisis de regresión lineal en relación al tiempo (días). Los resultados obtenidos fueron los siguientes: El diseño del sistema con estructura PVC fue adecuado, logrando llegar a término el crecimiento de las lechugas. La lechuga que se desarrolló en la solución de cuy alcanzó la mayor longitud, registrando 22.7 cm de longitud de hoja, mientras que la solución de cerdo mostró un mínimo de 7 cm. En cuanto al número de hojas, las lechugas cultivadas en la solución de cuy a los 68 días presentaron la mayor cantidad, con un total de 23 unidades, en contraste con la solución de cerdo que registró un mínimo de 4 hojas a los 119 días. En relación al peso de las lechugas, se obtuvo un máximo de 23 g en las lechugas desarrolladas con la solución de cuy, mientras que las lechugas cultivadas en la solución de cerdo alcanzaron un máximo de 14.3 g y un mínimo de 6.7 g.

Palabras clave: Abono de cuy, abono de cerdo, hidroponía, lechuga, nutrientes.



ABSTRACT

The proposed solutions were those of pork and guinea pig, selected due to their suitability as fertilizer options in the Puno region, specifically in the Environmental Formative Research Greenhouse, Environmental Management subunit of the UNA-Puno. The objectives of the study were the following: a) Design a structure system with PVC for the production of lettuce using the hydroponic method and b) Compare the growth (in centimeters) and biomass (in kilograms) of lettuce using a hydroponic system vertical. To carry out this comparison, a randomized block design (RBD) was implemented. Measurements of height (in centimeters) and biomass (in grams) were made every 17 days. Statistical analyses, including analysis of variance and Tukey's test, were applied to determine differences in growth between the two fertilizer solutions (pig and guinea pig). In addition, the Kruskal-Wallis test was used to evaluate differences in the number of leaves and a linear regression analysis was performed in relation to time (days). The results obtained were the following: The design of the system with PVC structure was adequate, achieving the growth of the lettuce. The lettuce that was grown in the guinea pig solution reached the greatest length, recording 22.7 cm of leaf length, while the pork solution showed a minimum of 7 cm. Regarding the number of leaves, the lettuces grown in the guinea pig solution at 68 days had the greatest amount, with a total of 23 units, in contrast to the pork solution that registered a minimum of 4 leaves at 119 days. In relation to the weight of the lettuces, a maximum of 23 g was obtained in the lettuces grown with the guinea pig solution, while the lettuces grown in the pork solution reached a maximum of 14.3 g and a minimum of 6.7 g.

Keywords: Guinea pig fertilizer, pig fertilizer, hydroponics, lettuce, nutrients.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se ha evidenciado una creciente dependencia alimentaria en numerosos hogares, especialmente en la región de Puno. Se han identificado varios obstáculos que dificultan la auto sustentación de los hogares, como la escasez de espacio disponible para la agricultura y la limitación de tiempo para dedicar al cultivo, entre otros. Por lo tanto, presento el siguiente diseño de hidroponía vertical que utiliza soluciones orgánicas, con la finalidad de proporcionar un producto orgánico y a la vez abordar estos desafíos (Zarate, 2014). Esta idea surge debido a la capacidad de adaptación del cultivo al método hidropónico, como se ha observado en investigaciones previas (Martínez et al., 2015). Además de la aspiración de reducir la dependencia alimentaria y promover nuevos métodos de cultivo que no requieran grandes espacios ni una dedicación excesiva de tiempo, este proyecto de investigación busca facilitar la producción de cultivos más saludables y accesibles para todos, con un mínimo esfuerzo (Chumbipuma, 2019).

En el primer capítulo, se presenta el proyecto y se detallan los objetivos que guían el desarrollo de esta investigación.

El segundo capítulo explora algunas características y conceptos relevantes para el proyecto, además de revisar antecedentes relacionados con la hidroponía, un método que promete ventajas significativas para la producción de cultivos.



Luego, se describen los instrumentos y métodos utilizados en el desarrollo del proyecto, junto con las actividades clave que llevaron al diseño final. El capítulo siguiente se centra en la recopilación de datos sobre el crecimiento de la lechuga y el funcionamiento del diseño, y se incluye una discusión de los resultados, con un análisis para determinar la solución más adecuada para el desarrollo de la lechuga.

Finalmente, al concluir el proyecto, se presentan las conclusiones y recomendaciones basadas en las experiencias adquiridas a lo largo del ciclo de crecimiento de la lechuga utilizando el diseño de hidroponía vertical propuesto.

1.1. OBJETIVO GENERAL

Diferenciar el crecimiento (cm) y biomasa (g) de la producción de (*Lactuca sativa*), a través de un sistema de hidroponía vertical con tubos de PVC aplicando soluciones de estiércol de cuy y cerdo.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar un sistema de estructura con PVC para producción de lechuga con hidroponía.
- Comparar el crecimiento (cm) y la biomasa (g) de lechuga a través de un sistema hidropónico vertical con tubos PVC aplicando soluciones nutritivas, estiércol de cuy y cerdo



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

La hidroponía, cuyo nombre deriva de la palabra que significa "trabajo en agua", es un método singular que ha demostrado proporcionar resultados sobresalientes en el desarrollo y crecimiento de las lechugas (Miranda, 2019). Este método revolucionario se considera una alternativa destacada, ya que implica el cultivo de plantas sin tierra, utilizando soluciones acuosas para obtener cosechas abundantes sin depender del suelo (Ramírez, 2017). Al adoptar la hidroponía, se eliminan las tediosas tareas de cavar, desyerbar y fertilizar (Barrios, 2004). Además, ofrece ventajas notables como costos reducidos, la ausencia total de polvo y olores, así como la capacidad de lograr resultados continuos y excepcionales (Miranda, 2019; Quispe, 2015) ha establecido que la lechuga es una de las hortalizas más adecuadas para el método hidropónico debido a su gran adaptabilidad. La confiabilidad en este método se sustenta en diversos estudios que han demostrado una excelente productividad de lechuga (Mendoza, 2017).

En la actualidad, este método se presenta como una solución perfecta para obtener verduras frescas, libres de fungicidas y otros productos químicos altamente contaminantes que a menudo se utilizan en los cultivos tradicionales en tierra (Cajo, 2016). Además, promueve la idea de que las generaciones jóvenes no tengan que esforzarse trabajando bajo el sol y enfrentando las inclemencias del clima en el campo (Barrios, 2004), siendo la hidroponía que busca satisfacer las necesidades de abastecimiento de agua y nutrientes de las plantas (Giaconi & Escaff, 1999). Por esta razón, algunos expertos consideran más apropiado referirse a estos cultivos como "sin suelo" (Bentsch, 1998), ya que existen diversos métodos para modificar el entorno de las



raíces. En este enfoque, las plantas no necesariamente crecen en agua, sino que son alimentadas a través de una solución que contiene todos los elementos esenciales disueltos de forma inorgánica, manteniendo adecuados niveles de pH, conductividad eléctrica y porcentaje de oxígeno (Malca, 2001). El método más clásico permite que las raíces estén en sustratos naturales o artificiales inertes, o simplemente en el medio líquido (Tapia, 1993).

Este enfoque tecnológico ha tenido éxito en países desarrollados y se está aplicando de manera exitosa incluso con tecnologías más sencillas en entornos urbanos, como parte de la agricultura urbana, especialmente en áreas de extrema pobreza para fomentar el autoconsumo (Palacios, 2014), debido a la eficiencia de uso del agua, la hidroponía destaca, ya que la cantidad de agua utilizada por unidad de peso de cosecha puede ser solo una fracción (entre $1/3$ y $1/10$) de lo que se necesita en un cultivo convencional en tierra, bajo condiciones de humedad y temperatura similares. Esto se debe a la ausencia de pérdidas por percolación, evaporación o escurrimiento. Asimismo, se destaca el ahorro de fertilizantes al suministrar solo lo necesario, evitando las pérdidas por lixiviación o subutilización (Barrios, 2004). Además, en los cultivos hidropónicos, la incidencia de malezas es nula, y los problemas radicales causados por plagas y enfermedades disminuyen significativamente (Tapia, 1993).

En el Perú la primera empresa de la que se tiene conocimiento dedicada a cultivar mediante el sistema hidropónico fue “Invernaderos Hidropónicos del Perú” durante la década de los 90´ ubicado en el distrito de Lurin-Lima, según se sabe el área de cultivo con dicho sistema creció de 2,500 (m²) a 5 ha posteriormente fue seguido por Cajamarca y Ayacucho (Ortiz, 2017).



La ciudad de Arequipa como la segunda región más competitiva superado únicamente por Lima, ambas abren mercado a cultivos orgánicos y limpios (Velasco, 2019). El sistema hidropónico en forma de columnas se caracteriza por el crecimiento vertical de las plantas en macetas apiladas o en columnas que contienen un sustrato (Rodríguez *et al.*, 1999), este sistema permite una alta producción de plantas por unidad de área, pero está restringido para plantas de porte pequeño que toleren estar colgadas y que tengan sistema radicular no muy extenso (Barrera, 2004), debido a que las plantas que crecen en un sistema de producción vertical lo más deseable es que puedan estar bien iluminadas por la luz del sol, de lo contrario tendrían una menor tasa fotosintética, afectando el rendimiento de las plantas (Bautista, 2000), lo que se sugiere para lograr una buena iluminación es que el distanciamiento entre filas sea de 1.0 m a 1.2 m y la separación entre columnas de 0.8 m a 1.0 m (aproximadamente una columna por metro cuadrado) (Infoagro, 2015).

Este sistema hace que se mantengan las mismas ventajas que los demás sistemas hidropónicos, y se suma la mayor densidad de plantas por unidad de superficie que se puede lograr, y también se debe incluir como cosa adversa un alto costo inicial, cuando se trata de grandes producciones (Cajo, 2016), con respecto al sustrato a utilizar, éste mantiene las similares características a los utilizados en los demás sistemas (Rodríguez *et al.*, 1999).

La lechuga por ser una hortaliza posee un sabor y una extraordinaria textura crujiente a las ensaladas es utilizada en gran variedad de comida rápida y también es ideal para usar en el acompañamiento de carnes, cremas, sopa, además de formar parte de varios platos de la gastronomía de nuestro país (Velasco, 2019), siendo de consumo en restaurantes y hoteles, porque de precio es cómodo y tiene un sabor muy ligero (Jiménez,



2015), otra de las razones es por su fuente de proteínas, vitaminas y minerales, rica en calcio, hierro y vitaminas A y C (Suquilanda, 2003).

En la comercialización, también se considera a (*Lactuca sativa*) de gran importancia económica a nivel mundial (Faxsa, 2002), utilizándose crudas, cocidas, en encurtidos o industrializadas (Ecuaquimica. 2008), cabe resaltar que para el Perú siendo un país gastronómicamente conocido la lechuga es parte de sus potajes culinarios lo que no debe minimizarse, entre los requerimientos de clima de la (*Lactuca sativa*) prefiere climas templado y frío, con una precipitación de 1 200 a 1 500 mm, una temperatura óptima de 15 a 18 °C, mínima 13 °C y máxima 27 °C, durante la noche temperaturas entre 3 y 8 grados centígrados (Chang, 2002), humedad relativa de 90-95 %, necesitando de 12 horas sol por día en cielo despejado (Suquilanda, 2003).

Posteriormente tenemos como elemento importante a las soluciones que se aplicarán al proyecto hidropónico (Pantoja, 2014), se presenta las excretas del cuy (*Cavia porcellus*) como parte principal de la solución nutritiva (Gavilán, 2015), también nos indica que la rentabilidad económica y relación benéfico costo, el tratamiento biol a base de estiércol de cuy al 30% tuvo mayor rentabilidad con 106.31%, esto refuerza la gran aceptación que tendrían los cultivos de lechuga hidropónica pues son de rápida comercialización por sus altos valores nutritivos como también por estar libre de químico y pesticidas (Jordan, 2018); otro de los abonos que también poseen increíbles nutrientes es el de (*Sus scrofa domesticus*) porcino, la consistencia de mezcla de heces, orina y agua se considera que posee grandes nutrientes aptos para cualquier cultivo y por supuesto sin impactos ambientales significativos (Eghball *et al.*, 2004).



2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Lechuga (*Lactuca sativa*)

La lechuga cultivada (*Lactuca sativa* L.) se considera una planta anual de la familia de las compuestas, tiene una duración de 50-60 días para las variedades tempranas y de 70-80 días para las tardías (Quispe, 2015), sus hojas adoptan, al comienzo de su desarrollo, una forma de roseta, para cerrarse más tarde y formar un «cogollo» en algunas variedades de lechugas con hojas sueltas y acerradas, inicialmente muestran hojas de forma ovalada sin muchas ondas (Barreno, 2019).

A medida que se van cubriendo unas a otras desaparece su contacto directo con la luz, por lo que pierden el color verde, adaptándose a diferentes tonalidades, según sea característico de cada variedad (Salinas, 2013).

Las flores, hermafroditas, están reunidas en capítulos de color blanco-amarillento, con cinco estambres soldados y un ovario bi-carpelar con un solo óvulo que dará origen a la semilla. La fecundación es autógama (Paredes, 1972), la fecundación cruzada es del 1 al 2 por 100. El fruto, se llama semilla, es un aquenio de forma alargada y con varias estrías longitudinales. Es de color blanco o negro, terminando en punta, de 3 a 4 mm de largo y 1 de ancho (Casseres, 1980).

2.2.1.1. Origen.

Se sabe que los primeros registros de la lechuga como especie cultivable provienen de Egipto (Linqvis, 1960), pues existen jeroglíficos en templos y tumbas que datan de 2500 A.C. las cuales muestran a una lechuga de hojas largas siendo cultivada en esa época. Sin embargo, hay diversas opiniones que afirman que el origen de la lechuga cultivada se encuentra en Mesopotamia y no en Egipto (De Vries, 1997), por lo tanto, la



especie se habría extendido del Sureste asiático hacia las distantes partes del mundo (Rulkens, 1987).

Existen también afirmaciones que indican que el origen de la lechuga se encontraría en la India (Mou, 2004), como también en ciertas regiones templadas de America del Norte a partir de una especie conocida como (*Lactuca serriola*) (Saavedra, 2017), con estas fuertes afirmaciones se da una fuerte teoría en la que este cultivo se habría originado hace aproximadamente 2500 años pues hay algunos indicios en culturas tales como la griega, persa y romana (Kesseli *et al.*, 1991).

En la Edad Media se sabe que su consumo comenzó a decaer, pero seguidamente volvió a adquirir importancia en el Renacimiento; justamente el tipo de lechugas de las que se tiene referencia son las de hoja suelta, mientras que la variedad acogollada no tuvo presencia en Europa hasta el siglo XVI (Mou, 2004), siglos más tarde por estudios de horticultores alemanes se obtuvieron numerosas variedades. Se sabe que la lechuga es una verdura cultivada al aire libre en zonas templadas de todo el mundo como también en invernaderos (Paredes, 1972).

En el Perú la lechuga tiene importancia sobre todo en la Costa Central debido a las buenas condiciones que se presentan para el desarrollo del cultivo (Zaldivar, 2005). La lechuga es una de las hortalizas más conocidas y populares en nuestro país y su consumo es mayor durante el verano, junto con nuestro plato bandera el ceviche, aunque hay un gran número de cultivares que se adaptan a una gama amplísima de climas, en términos generales puede decirse que las lechugas prefieren climas templados y húmedos, hay cultivares mejor o menos adaptados a distintos periodos del año (Gutiérrez, 2011).

2.2.1.2. Taxonomía.

Se muestra la taxonomía de la lechuga, perteneciente a la familia Asteraceae.



Reino Plantae

División Tracheophyta

Subdivisión Spermatophyta

Clase Magnoliopsida

Superorden Asteranae

Orden Asterales

Familia Asteraceae

Género *Lactuca* L.

Especie *Lactuca sativa*. L

Fuente: ITIS (Integrated Taxonomic Information System). 2011

2.2.1.3. Descripción botánica

La lechuga es considerada como una planta herbácea anual y autógena. Posee una raíz pivotante que normalmente llega hasta los 30 cm de profundidad, además posee numerosas raíces laterales de absorción las cuales tienen tendencia a desarrollarse cerca de la superficie del suelo (Saavedra, 2017), con respecto al tallo es corto hasta el momento de la cosecha, sin embargo, para la etapa reproductiva se produce un alargamiento, para dar lugar a la floración (Quispe, 2015). Así mismo, tanto las hojas como el borde de los limbos y el color son determinadas por la variedad y cultivar (Jaramillo *et al.*, 2016).

2.2.1.4. Composición

La composición clásica generalizada se presenta de la siguiente manera:

Tabla 1. Composición general de la lechuga.

Composición	Valor de 100 g de producto
Carbohidratos (g)	20.1
Proteínas (g)	8.4
Grasas (g)	1.3
Calcio (g)	0.4
Fósforo (mg)	25.0
Vitamina C (mg)	125.7
Hierro (mg)	7.5
Niacina (mg)	1.3
Riboflavina (mg)	0.6
Tiamina (mg)	0.3
Vitamina A (U.I.) (mg)	0,07
Calorías (cal)	18

Fuente: ITIS (Integrated Taxonomic Information System). 2021

2.2.1.5. Composición nutricional.

El contenido nutricional tiene similitud con otras hortalizas, como el apio, el espárrago y el habichuelín o ejote, muchas de color verde característico, todo dado por su bajo valor calórico, se ha tornado en ingrediente básico en las dietas alimenticias (Whitaker & Ryder, 1964). El aporte de calorías de esta hortaliza es muy bajo, mientras que en vitamina C es muy rica; también resulta una fuente importante de vitamina K; es necesaria y sugerida contra la osteoporosis. Otras vitaminas que destacan en la lechuga son la A, la E y el ácido fólico. Así mismo, se sabe que aporta mucho potasio y fósforo al mismo tiempo está compuesta en un 94% de agua (Alzate & Loaiza, 2008), finalmente la lechuga en general provee fibra, carbohidratos, proteína, y una mínima cantidad de

grasa, tiene acción antioxidante, por lo cual está relacionado con la prevención de enfermedades cardiovasculares e incluso cáncer (Osorio & Lobo, 1983).

Tabla 2. Composición nutricional de la lechuga.

Composición	Por ración 100 g
Agua (g)	95.3
Fibra (g)	1.5
Hidratos de Carbono (g)	1.4
Colesterol (mg/1000kcal)	0
Ag saturados (g)	0.039
Lípidos totales (g)	0.3
Proteínas (g)	1.5
Energía (kcal)	17
Tiamida (mg)	0.06
Riboflavina (mg)	0.06
Equivalentes de niacina (mg)	0,6
Vitamina B (mg)	0.07
Vitamina C	12
Vitamina A	29
Vitamina D	0
Vitamina E	0.5

Fuente: ITIS (Integrated Taxonomic Information System). 2021



2.2.1.6. Requerimientos climáticos

- **Clima.**

La lechuga es un cultivo que se prefiere climas templados frescos (Giacconi & Escaff, 2004), sin embargo, en la actualidad, gracias a los trabajos de mejoramiento genético, existen variedades de lechuga que poseen mejor adaptabilidad a climas templados y otras a climas cálidos (Gutiérrez, 2011), la temperatura óptima de desarrollo del cultivo se encuentra entre los 10 y 20°C, y que no tolera temperaturas mayores a 25°C (Ugás *et al.* 2000), mientras que hay otras afirmaciones respecto al buen desarrollo del cultivo las temperaturas promedio mensuales deben oscilar entre los 13 y 18°C, con un rango comprendido entre los 7 y 24°C (Goites, 2008). Por otro lado, Martínez *et al.*, (2015) afirma que las temperaturas adecuadas de crecimiento son de 18 a 23°C durante el día deseablemente sin exceder estos límites y de 7 a 15°C durante la noche. La lechuga es un cultivo que normalmente exige una diferenciación entre la temperatura diurna y nocturna (Casaca, 2005). Es un cultivo moderadamente tolerante a las heladas, puede soportar hasta -6°C adecuado incluso para las temperaturas Puneñas, sin embargo; el período crítico es cuando se acerca la fecha de cosecha, en el cual la temperatura no debe bajar de los -0.2°C de lo contrario se podría presentar daños por heladas (Ciren, 2017).

Si el cultivo está expuesto a elevadas temperaturas suele aumentar la posibilidad de florear antes del tiempo deseado, además, la calidad del producto terminaría deteriorándose, debido a la acumulación del látex amargo en su sistema vascular (Casseres, 1980).

Respecto a la humedad relativa que favorece al cultivo, Turini *et al.*, (2011) afirma que la lechuga se desarrolla adecuadamente a humedades relativas que se encuentren entre el rango de 60 a 80%, aunque puede tolerar menos del 60%. En caso que la humedad sea



alta esta puede favorecer el ataque de enfermedades como el moho blanco, moho gris y el mildiu vellosa entre otros (Jaramillo *et al.*, 2016).

- **Suelo.**

La lechuga suele tener adaptabilidad para gran variedad de suelos, desde los más sueltos hasta los más compactos (Giacconi & Escaff, 2004), al mismo tiempo, el mejor desarrollo se da cuando el suelo tiene alto contenido de materia orgánica, buen drenaje y alta capacidad de retención de humedad es por eso que se utilizó al método hidropónico vertical como prueba para este cultivo (Goites, 2008). Es deseable que el cultivo se desarrolle con un pH que se encuentre en un rango de 6 a 6.8 (Ugás *et al.*, 2000), valores de pH menores de 5.5 ocasionan un pobre desarrollo y por encima de 7.3 son el límite para el buen crecimiento (Jaramillo *et al.*, 2016), el cultivo se considera sensible a la salinidad, el rango adecuado se encuentra entre 1.0 y 1.4 d S/m, a medida que se sobrepasa este rango, el rendimiento suele sufrir una reducción del 6.2 – 8 % por cada d S/m (Carranza *et al.*, 2009). Además, el cultivo suele tener mayor índice de buen desarrollo en suelos que sean sueltos, que presente un porcentaje de pedregosidad menor al 15% y no excedan el 6% para evitar limitaciones de desarrollo (Ciren, 2017).

- **Agua.**

La lechuga es considerada un cultivo sensible al déficit hídrico por la forma de su sistema radicular, este es poco profundo, efecto que hace que haya cierta dificultad al momento de producir materia verde, exigiendo niveles hídricos, al mismo tiempo el método hidropónico planteado es arriesgado (Defilipis *et al.*, 2006), depende principalmente de la humedad (Chipana & Serrano, 2007). Este cultivo no es muy adaptable a la sequía, aunque es deseable que la parte superior del cultivo esté seca para evitar la posible podredumbre de cuello del tallo (Casaca, 2005), la calidad y el rendimiento del cultivo se ve afectado en caso que el riego se retrase o si la humedad en



el suelo es por eso que las sequías son tan peligrosas, el efecto más evidente del estrés hídrico será la reducción del tamaño y engrosamiento de las hojas de la lechuga (Saavedra, 2017).

El máximo crecimiento y rendimiento se logra únicamente cuando se provee a la planta de una buena cantidad de agua a lo largo de su ciclo productivo, al ser la hidroponía un método que utiliza el agua como principal fuente para su funcionamiento (Jaramillo *et al.*, 2016).

- **Densidad Luminosa.**

La calidad del espectro de luz, intensidad luminosa y su duración, son las variables que más afectan el crecimiento y desarrollo de las plantas, es deseable que altas intensidades luminosas para la planta pues de esta manera promueven un mejor desarrollo de follaje en volumen, peso y calidad (Vallejo & Estrada, 2014); la formación del follaje está influido por la intensidad luminosa y la temperatura, en invierno la intensidad luminosa es débil y la temperatura nocturna es elevada por lo que se verá posiblemente inhibido (FAO, 2002); la escasez luminosa suele ocasionar que las hojas sean delgadas y que en múltiples ocasiones que sean poco compactas. Se recomienda considerar este factor para establecer una densidad poblacional adecuada para el buen crecimiento (Jaramillo *et al.*, 2016).

2.2.2. Hidroponía

2.2.2.1. Historia de la hidroponía.

El cultivo en agua es un sistema en el cual las raíces de una planta están suspendidas en un medio líquido (solución nutritiva que contenga los elementos necesarios, con su principal elemento el agua) este cultivo pudo ser inspirado en temporadas de sequía, todo como una forma de ahorro del recurso hídrico (Casseres,



1980). Mientras que, a partir de la corona o cuello radicular, las plantas se mantienen en una capa muy fina de medio inerte que tiene la función de soporte (Bacon, 1627). La incorporación de oxígeno en la raíz se realiza mediante una bomba que hace que el aire fluya en el interior de la solución nutritiva a través de una tubería con perforaciones, esto utilizando la energía, sin embargo, en el diseño actualmente propuesto se busca el funcionamiento no solo con energía, sino también sin ella (Gutiérrez, 2011).

2.2.2.2. Hidroponía en el Perú.

En el Perú se considera a la hidroponía el cultivo del futuro que además no necesita de grandes hectáreas, ni de grandes inversiones en maquinaria agrícola y en lugar de tierra solo requiere de soluciones con los nutrientes necesarios para garantizar su desarrollo, lo que la libra de bacterias y parásitos (Paredes, 1972). Aproximadamente 50 ha de cultivos comerciales en hidroponía en el país, esto impulsado por la gran demanda de consumo de cultivos más sanos para exportación (Zaldivar, 2005).

La única restricción para hacer un cultivo bajo el sistema hidropónico es su rentabilidad, igualmente, la producción para el mercado interno sigue creciendo, esto por lo que se puede observar en las noticias nacionales debido a que los precios internos son competitivos (García, 2013). Los productos hidropónicos van a cierto segmento de la sociedad con mayor poder económico, sobre todo, que están a la búsqueda de productos sanos y orgánicos para sus clientes. También están aquellos consumidores que cuidan su salud y prefieren un cultivo que no ha tocado el suelo (Salazar, 2003). Un caso exitoso en el mercado interno es la producción hidropónica de fresas debido a su gran aceptación entre los consumidores (Vásquez, 2015).

La mayoría de productores utilizan la misma semilla todos los años sin tomar nota de que los rendimientos caerán dramáticamente (Mendoza, 2017), sin embargo, en hidroponía la inversión es a mediano plazo, bajo el sistema de columnas, la inversión en



el Perú por m² puede estar entre 60 o 70 soles, en promedio (Quispe, 2015). El diferencial se observa en la productividad, pues se puede lograr una producción de 60 a 70 toneladas por hectárea bajo un sistema hidropónico, una cifra completamente superior a las 12 o 15 toneladas que se obtienen en suelo (García, 2013). La inversión que se puso en un principio se paga en la segunda campaña lo que hace posible la recuperación de inversión en un mediano tiempo, hay que tomar en cuenta que el sistema dura varios años y lo que va a cambiar cada dos años son las plantas. Adicionalmente, son mejores los precios que se pagan por las fresas bajo el sistema hidropónico (Vásquez, 2015).

2.2.2.3. Lechuga hidropónica.

La lechuga se cultiva y consume mayormente en forma cruda en todo el mundo, y en nuestro país considerado un elemento culinario importante en varios de los platos representativos (Vásquez, 2015), la lechuga se adapta muy bien para la hidroponía y existen muchos productores que se capacitan para poder realizar este sistema (Meza, 2002). En la investigación para realizar este proyecto se tuvo información que existen muchas variedades, aunque solo algunas resultan apropiadas para sistemas de hidroponía e invernaderos (Mendoza, 2017). La hidroponía es considerada como una manera de cultivar sin necesidad de usar suelo, donde se pretende extender esta nueva técnica para obtener altas tasas de crecimiento por supuesto en menos espacio (Castillo *et al.*, 2015).

Actualmente el número de población humana aumenta a un ritmo acelerado en nuestro planeta y la hidroponía propone una forma más común de ahorrar espacio y cultivar productos libres de químicos como fungicidas que son perjudiciales para la salud humana. En América latina, el cultivo hidropónico se lo realiza de manera pausada, pero con técnicas, desarrollo y proyección a alta escala (Vásquez, 2015). En la propuesta de lechuga hidropónica se recomienda que la plántula debe de recibir nutrición cuando las



dos primeras hojas se hayan expandido, este es el momento adecuado en que necesitan una solución hidropónica diluida (Meza, 2002).

2.2.2.4. Método hidropónico vertical.

Este sistema está diseñado para producir cultivos acomodados en columnas verticales que reciben el riego de la solución desde la parte superior en cada nivel de crecimiento (Abad *et al.*, 2020), el sistema incluye un arreglo vertical que posiblemente tendrá contenedores que se colocan alternadamente uno encima de otro donde se siembran las plántulas (Catata, 2015).

Hay que tener en cuenta que la falta de una iluminación uniforme es una desventaja en este tipo de sistemas por lo que se recomienda un lugar iluminado, ya que la sombra de plantas en la parte superior puede afectar el crecimiento de las plantas que se siembran en niveles bajos (Sala, 2015), las partes esenciales del sistema adaptado de Basterrechea (2014), posee:

- Contenedores de plántulas
- Soporte
- Solución nutritiva
- Sistema de riego
- Medio de crecimiento
- Vías de conducción hídrica

2.2.2.5. Factores importantes de la hidroponía.

- a. **Solución nutritiva:** Una solución nutritiva es considerada como una mezcla de elementos nutritivos en solución, a una concentración específica, de tal forma que favorecen la absorción por el cultivo (Barreno, 2019). En las soluciones nutritivas se busca que se estas sean de provecho para las plantas, de tal manera que los



- cultivos no tengan ninguna restricción en su desarrollo, permitiendo obtener altos potenciales de rendimiento (Steiner, 1980).
- b. **Conductividad eléctrica:** La conductividad eléctrica (CE) indica el contenido de sales de la solución nutritiva, por lo que se supone que a mayor CE mayor es el contenido de sales, está referida en decisiemens por metro (dS/m) y en hidroponía dependerá del cultivo establecido en este caso lechuga (Adlercreutz *et al.*, 2014).
 - c. **El pH en sustrato y/o solución nutritiva:** Se recomienda mantener el pH óptimo para plantas ornamentales en contenedor es de 5.2 a 6.3, mientras que en hortalizas es de 5.5 a 6.8, la mayoría de los nutrientes mantienen su máximo nivel de asimilación con pH 5.5 a 6.5 (Basterrechea, 2014).

2.2.2.6. Temperatura en la hidroponía

Las lechugas normalmente necesitan climas templados a frescos, con buena iluminación (Adlercreutz *et al.*, 2014), con altas temperaturas que promueve la etapa de floración, produciendo quemaduras en los extremos de las hojas; se podrían tornar amargas debido a cierta acumulación de látex (Castillo *et al.*, 2015). Los rangos deseables están entre 17 y 28 °C de temperatura diurna y entre 3 y 12 C° de temperatura nocturna para una buena formación, desarrollo (Zaldivar, 2005).

2.2.2.7. pH en la hidroponía

Las raíces de lechuga son capaces de absorber definitivos iones más sencillamente a fijos rangos de pH. Las plantas se asimilan mejor a pH ligeramente ácidos (Basterrechea, 2014); para nivelar el pH del agua en hidroponía se considera como un factor muy complejo, pero actualmente resuelto, en diferentes cultivos el pH es un factor que puede causar ciertos desniveles de nutrientes en el agua que son fundamentales para el crecimiento de la planta (Blumenthal, 2017). En este caso debido a la independencia



que permite el diseño de este proyecto, su pudo regular el nivel del pH añadiendo a la solución roca volcánica (Chambi, 2022).

2.2.2.8. Oxigenación en hidroponía

En los cultivos de agua la oxigenación tiene gran importancia, debido a que las plantas tienen sus raíces sumergidas en la solución nutritiva, uno de los primeros síntomas por falta de oxígeno es el enmarroneamiento de las raíces, el crecimiento de las plantas se podría hacer más lento (Basterrechea, 2015). En este caso en el proyecto, la forma de controlar la bajada de las soluciones es quien da buen paso a realizarse una buena oxigenación que evitó el enmarroneamiento de las raíces (Saussure, 1804).

2.2.2.9 Nutrición en hidroponía

El cultivo sin suelo normalmente exige un permanente suministro de nutrición por medio de soluciones nutritivas, fundamentales para una mejor evolución de los cultivos (Favela *et al.*, 2006). El rendimiento como la calidad de los cultivos depende del conocimiento de la preparación y manejo de las soluciones nutritivas, ya que estas deben ser aprovechadas al máximo, por lo que se requiere escoger las que más nutrientes puedan aportar (Quispe, 2015). Para la preparación de estas soluciones, se tomó en cuenta como prioridad el pH, la temperatura y oxígeno (Vásquez, 2015).

La solución nutritiva en sistemas hidropónicos cerrados con diseño accesible como el que se está planteando en el presente proyecto las soluciones se agregan progresivamente de acuerdo a las necesidades del cultivo, como se da en el presente proyecto, que utilizó los conocimientos básicos y se utilizó el estiércol de puerco y cuy como grandes protagonistas para alimentar con soluciones al cultivo de lechuga (Chambi, 2022).



2.2.3. Ventajas de la hidroponía

Las principales ventajas de este método son la reducción de costo de producción, cultivos con menos posibilidades de plagas y enfermedades, existe un ahorro de espacio al cultivar por medio de este método (Beltrano, 2015). Gracias a la magnífica ayuda de la gravedad este proyecto puede ser la antelación a un proyecto a gran escala, pero inicialmente esta es una técnica que se puede realizar en una casa, jardines terrazas o instituciones públicas (Mendoza, 2017). La hidroponía ofrece productos de mejor calidad y valores nutritivos, en este sistema no depende del clima, por lo que se lo puede cultivar en cualquier época del año, lo cual es de gran beneficio para los agricultores que siembran de forma tradicional a campo abierto y por supuesto también para ser adaptados en casas o departamentos (Verdegen, 2017). Lo importante es dar a la planta nutrición necesaria a través de soluciones líquidas y controlar el volumen de luz y temperatura por lo que un invernadero es un lugar a estratégicamente elegible (Beltrano & Gimenez, 2015). Este sistema ofrece una excelente alternativa para los productores, una de las ventajas más importantes es el máximo ahorro del recurso hídrico, puesto que las plantas solo adquieren lo necesario para la evo - transpiración y producción de biomasa durante el periodo del cultivo (Quispe, 2015).

Verdegen (2017) El sistema hace que los cultivos sean más precoces y uniformes, ya que se desarrollan en condiciones controladas. En el ámbito económico estos sistemas se reduce la mano de obra y el uso de fertilizantes, pesticidas y maquinarias agrícolas (Mou, 2004). La hidroponía normalmente ofrece mejores precios en el mercado así permite que la inversión inicial se recupere con mayor rapidez (Verdegen, 2017). En la hidroponía no es necesaria la rotación de cultivos puesto que es en agua su producción y la no existencia del suelo (Forero *et al.*, 2011).



2.2.4. Desventajas

Se sabe que el costo inicial para realizar este sistema es alto, se necesita una inversión cuantiosa para sustentar los gastos en depósitos de agua, invernadero, instalación de sistemas de goteo y semillas comerciales de alta producción (Salinas, 2013). Los cultivos hidropónicos se cultivan con sustratos. “Por esto es necesario un personal técnicamente capacitado para poder redimir la inversión inicial” y evitar errores técnicos que puedan hacer perder el producto (Pacheco & Bastida, 2011).

2.3. MANEJO DEL CULTIVO

a. Preparación.

Para la preparación del sustrato se debe realizar 30 a 40 días previos al trasplante para esto fue necesario las pruebas también, se realiza una pasada de arado de cincel con el objetivo de roturar el suelo, airearlo y exponer plagas y agentes patógenos a predadores. (Ugás *et al.*, 2000),

b. Siembra.

Existe una serie de métodos para producir plántulas. Sin embargo, la mayoría de productores prefiere bandejas (Kueper *et al.*, 2004).

En este caso se utilizó un instrumento de plástico poli estireno se sembró a 5 mm de profundidad (Casaca, 2005). de manera general, sugieren que el gasto de semilla va desde 0.5 a 0.6 kg/ha. (800-1000 semillas/g) (Ugás *et al.*, 2000), sin embargo, Theodoracopoulos *et al.*, (2009) sostienen que la cantidad de semilla requerida para una hectárea depende de factores como densidad poblacional, porcentaje de germinación, uniformidad de germinación y porcentaje de trasplante.



c. Plantación.

El trasplante se realiza cuando las plantas tienen entre 10 y 12 cm de altura esto para evitar la perturbación de la planta, esto se da entre los 30 a 40 días después de la siembra (Cerdas & Montero, 2004).

Es recomendable que la plantación sea de forma que la parte superior del cepellón termine a nivel del suelo o en este caso sujetador (García, 2013). Posterior, es necesario humedecer el suelo hasta llegar a capacidad de campo para crear condiciones de humedad adecuadas para que la plántula no sufra un estrés fisiológico (Cámara de comercio de Bogotá, 2015); para esto en el caso del proyecto realizado, se utilizó un rociador de tal manera que la humedad fuera uniforme. Las plantas no deben estar en contacto con la humedad, de esta manera se previene el ataque por hongos y desecación de raíces (Casaca, 2005).

d. Fertilización.

Los requerimientos nutricionales de lechuga, sus características van desde el volumen, tamaño de crecimiento y forma de cultivar (Vallejo & Estrada, 2004). Analizando el clima, y la producción las características varietales del cultivar se puede trazar un plan de abonamiento (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015); el estiércol o abono es un gran fundamento en la fertilización de cualquier área en el que se desee cultivar si hay deficiencias de fósforo y/o potasio es conveniente elevar la concentración de dichos macronutrientes (Rincón, 2004), como el nitrógeno, por lo tanto, es necesario asegurar un buen suministro nitrogenado para producir lechugas de buena calidad (García, 2013), asimismo la lechuga es considerada un cultivo exigente, por lo que se debe cuidar los aportes de dicho elemento, sobre todo cuando las temperaturas son bajas. Se debe tener en cuenta las necesidades del cultivo de lechuga: 190 kg N, 150 kg de P₂O₅



y 275 kg de K₂O fraccionado en dos tiempos (Casaca, 2005), dependiendo del nivel de acidez, calcio y magnesio, se pueden incorporar tres a cuatro semanas previas a la siembra cal dolomítica en cantidades aproximadas a 2-3 t/ha (Jiménez, 2017).

e. Riegos.

El cultivo de la lechuga, como cualquier hortaliza, demanda altas cantidades de agua, sin embargo, la frecuencia y cantidad de riegos depende del tipo de suelo, en este caso un diseño hidropónico del estado de crecimiento de la planta y del clima (Martínez, 2008), el requerimiento hídrico del cultivo de lechuga es de 300 a 600 mm de agua durante todo el desarrollo de la planta (Cámara de comercio de Bogotá, 2015), el objetivo es mantener la zona en condiciones de humedad cercana a la capacidad de campo, para esto un rociador será lo más útil. Además, es necesario asegurar un adecuado suministro de agua, sobre todo desde la siembra al trasplante (Jaramillo *et al.*, 2016); los riegos deben ser de manera frecuente y con poca cantidad de agua, el suelo debe quedar aparentemente seco en la parte superficial, esto con la finalidad de podredumbres de cuello y de la vegetación en contacto con el suelo (Casaca, 2005).

f. Control de maleza.

Las lechugas presentan un período crítico de competencia las tres primeras semanas esto es un caso que normalmente se presenta después del trasplante. Los deshierbos con herramientas manuales (azadón, escarda, guadaña y pala), son alternativas necesarias que deben aplicarse en los cultivos en tierra. viables los primeros días posteriores al trasplante.

En caso de infestaciones cuando el cultivo ya ha crecido, se recomienda hacerlo manualmente y con gran cautela para evitar daños al follaje (Vallejo & Estrada, 2004). Sin embargo, por el método de hidroponía esto está completamente solucionado, puesto



que se controla los especímenes a través de la selección de semilla al momento de que cada una es adecuada, en los embaces que las sostendrán durante todo su desarrollo por el método hidropónico vertical.

g. Plagas y enfermedades.

Presentamos algunas de las principales plagas que afectan a la lechuga, sin embargo, aunque debemos estar alertas, considero que estas no se darán del todo por la forma del diseño, ya que estamos hablando de hidroponía por supuesto en un ambiente controlado, al momento que el espacio en el que se desarrollan los especímenes es reducido también se hace más posible controlar y observar el desarrollo de todos los especímenes con mayor precisión (Salinas, 2013).

Las principales plagas que inciden en el cultivo de lechuga son:

- Minadores (*Liriomyza trifolli* y *Liriomyza huidobrensis*) tienen la tendencia a formar galerías en las hojas y si el ataque de la plaga es muy fuerte la planta queda debilitada, evitando su normal desarrollo (Barreno, 2019).
- Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*), produce una melaza que deteriora las hojas, dando lugar a un debilitamiento general de la planta, evitando su normal desarrollo (Salinas, 2013).
- Pulgones (*Myzus persicae*), es una plaga sistemática en el cultivo de la lechuga, dependiendo de sus las condiciones climáticas, pues es vector en el ingreso de alguna virosis que haga inviable el cultivo (Gasca, 2005).

h. Cosecha y post-cosecha.

El momento oportuno de cosecha se presenta de acuerdo con el tipo de cultivar y la duración del ciclo vegetativo (Vallejo & Estrada, 2004).



Previo a la cosecha es necesario determinar si la lechuga está apta para ser cosecha y comercializada (Vallejo & Estrada, 2004), para esto se toman en cuenta algunas características como los índices de madurez (Saavedra, 2017).

2.3.1. *Lactuca sativa* L. var. *Acephala* Dill.

Esta es la clase de lechugas que se utilizó para el proyecto puesto que son de hojas sueltas ("loose leaf"), ya que como su nombre lo manifiesta, en este tipo en específico no existe la formación de sus cogollos, sino que sus hojas se presentan de manera sueltas, y no son circundantes. Su comercialización es considerada completa, se aprecia en las huertas caseras, debido a que sus hojas son cosechadas individualmente. Las variedades más comunes son Dark Green, Grand Rapids, Lollo Rossa, Salad Bowl, Simpson y Red Sails (Asto, 2018).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO

a) Ubicación

El desarrollo de la investigación está enmarcado en el invernadero de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, distrito y departamento de Puno que se ubica al sureste del Perú, en la Meseta del Collao rodeada por la Cordillera Carabaya por el Norte y la Cordillera Occidental por el Sur Oeste (**Figura 1**).

- Latitud Sur: 15°49'42.9"

- Longitud Oeste: 70°00'59.0"

- Altitud: Se ubica a las 3,827 m.s.n.m.



Figura 1. Ubicación de área de estudio (invernadero de la universidad)

Fuente: Google Earth (2021)

b) Ecología

Según el Sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge, el área donde se instaló el trabajo de investigación, corresponde a un es frío alpino, subhúmedo y de alta sequedad ambiental, con precipitaciones que duran generalmente entre los meses de diciembre a abril y temperatura promedio máxima de 21 °C y una mínima de -22 °C (**Figura 2**).

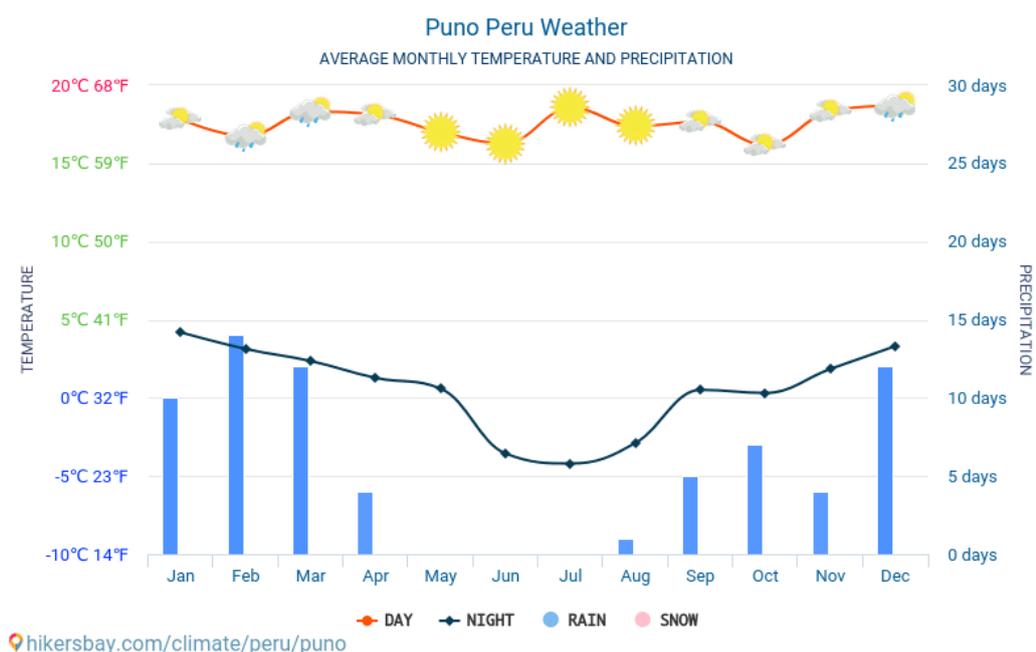


Figura 2. Información de temperatura y clima en Puno, enero a diciembre 2021.

Fuente: Hikersbay (2021)

c) Cultivo en estudio

El cultivo en investigación es (*Lactuca sativa*)

3.2. TIPO DE ESTUDIO

El estudio fue de tipo experimental, puesto que se hizo desde el diseño de la estructura específicamente para condiciones de invernadero sin utilizar energía eléctrica



(*Lactuca sativa*) es la protagonista de la investigación que, a través del método de hidroponía vertical, con una solución de abono de cuy y cerdo.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO

La población que se evaluó fue 60 unidades de (*Lactuca sativa*), se distribuyó 30 especímenes para realizar la investigación con solución de (*Cavia porcellus*) y 30 especímenes para investigación con (*Sus scrofa domesticus*).

3.3.1. Germinación de hortalizas

Las semillas de lechuga para la investigación, fueron compradas en un agro veterinaria de la ciudad. Para la selección de las mismas se tomó en cuenta la forma de semilla, otra de las características para seleccionarlás fue la forma de terminación (Canales *et al.*, 2002).

3.3.1.1. Elaboración de las soluciones:

Fue seleccionado el abono de cuy y cerdo puesto que además del aprovechamiento del abono su carne es de alto valor nutricional, además es muy aceptado en la ciudad de Puno

- a. **Solución de cuy:** La parte orgánica, el abono de cuy fue recolectada en el criadero de una señora en el barrio Chanu Chanu de la ciudad de Puno, que crían cuyes, para su propio consumo y para venderlo a los restaurantes (**Tabla 4**).

Tabla 3. Composición de la solución de cuy para la aplicación en el desarrollo de la lechuga en hidroponía vertical. Realizado en el Invernadero de la Oficina de Gestión Ambiental de la UNA Puno. 2021.

Solución de cuy	
Insumos	Cantidad
Agua	9 L
Abono de cuy	200 ml
Roca volcánica	200 g
Biol base	200 ml

Fuente: Propia

- b. **Solución de cerdo:** El abono de cerdo fue recolectado en el criadero de una familia en el barrio Chanu Chanu de la ciudad de Puno, que crían estos especímenes para el consumo de su familia, cabe resaltar que en el Perú la carne de ser es una de las más aceptadas, formando parte su gastronomía (**Tabla 3**).

Tabla 4. Composición de la solución de cerdo aplicada al desarrollo de la lechuga en un sistema de hidroponía vertical, realizado en el invernadero de la Oficina de Gestión Ambiental de la UNA Puno. Ejecutado desde agosto 2021 hasta febrero de 2022. Puno.

Solución de cerdo	
Insumos	Cantidad
Agua	9 L
Abono de cerdo	200 ml
Roca volcánica	200 g
Biol base	200 ml

Fuente: Propia

El biol base que se utilizó fue proporcionado por compañeras que lo desarrollaron en el invernadero de la Universidad Nacional del Altiplano, Se sabe que la preparación de biol se insumos:

- 20 kg de estiércol de cuy
- 7 kg de vísceras de pescado
- 5 kg alfalfa, 0.20 kg de cascara de huevo
- 0.2 kg roca fosfórica
- 3.5 L de leche
- 40 L de agua
- 2 L orina
- Alfalfa

Esta elaboración de biol base fue recomendada para el hidropónico puesto que se estaba utilizando para otro proyecto (Condori *et al.*, 2017), es entonces que fue tomado en cuenta para este método hidropónico vertical (**Tabla 5**).

Tabla 5. Análisis físico-químico de abono líquido-biol base Puno.

Elementos analizados	Unidad	Abono líquido-biol
pH		9.40
Conductividad eléctrica	μS/cm	24600
Fosforo total	%	9.50
Nitrógeno total	%	0.19
Potasio total	%	1.90

Fuente: Chambi (2022).



Para la preparación de la nuestra solución especial, los grandes protagonistas fueron el abono de cuy y de cerdo.

Para esto se recolectó dos kilos de abono fresco para iniciar con la primera semana, para la solución de cuy, se utilizó un balde de 5 L, donde se colocó los dos kg de abono fresco de cuy, con el agua hasta el ras del abono, dejándolo en reposo una semana, pasado el tiempo se recolectó un concentrado de abono de cuy, que fue ingrediente principal de la solución de cuy, a este concentrado se le aumentó agua hasta llegar a los 10 L, esta es la cantidad que alimentó a 10 especímenes, según el diseño ya expuesto.

Para la preparación de la solución correspondiente al de cerdo se utilizó dos kilos de abono fresco, para iniciar con la primera semana, para la solución de cerdo, se utilizó un balde de 5 L, donde se colocó los 200 g de abono fresco de mismo, con el agua hasta el ras del abono, dejándolo en reposo una semana, pasado el tiempo se recolectó un concentrado de abono de cerdo, que fue ingrediente principal de la solución de cerdo, a este concentrado se le aumentó agua hasta llegar a los 10 L, esta es la cantidad que alimentó a 10 especímenes, según el diseño ya expuesto (**Figura 3**).



Figura 3. Preparación de las soluciones para el desarrollo de lechuga en un sistema de cultivo de hidroponía. Realizado en el invernadero de la Oficina de Gestión Ambiental de la UNA Puno. Ejecutado desde agosto 2021 hasta febrero de 2022. Puno.

3.4. DISEÑO ESTADÍSTICO

Diseño con dos tratamientos de nutriente de cerdo y cuy, con 30 plantas para cada tratamiento, con un muestreo aleatorio representativo.



3.5. METODOLOGÍA POR OBJETIVOS

3.5.1. Diseño de un sistema de estructura con PVC para producción de lechuga con hidroponía.

a. Bocetos.

Primeramente, se realizó bocetos en los que se analizó el que mejor de ellos, hasta encontrar alguno que pudiera funcionar teniendo en cuenta las siguientes características propias del área en el que se realizó el estudio, tales como:

- Un área de 3 m de largo por 2 m de ancho.
- Inexistencia de corriente eléctrica

Teniendo en mente estas características presento, los primeros bocetos hasta llegar al diseño final, este primer boceto se planteaba tratando de resolver el tema de soporte estable para las plántulas (**Figura 4**).

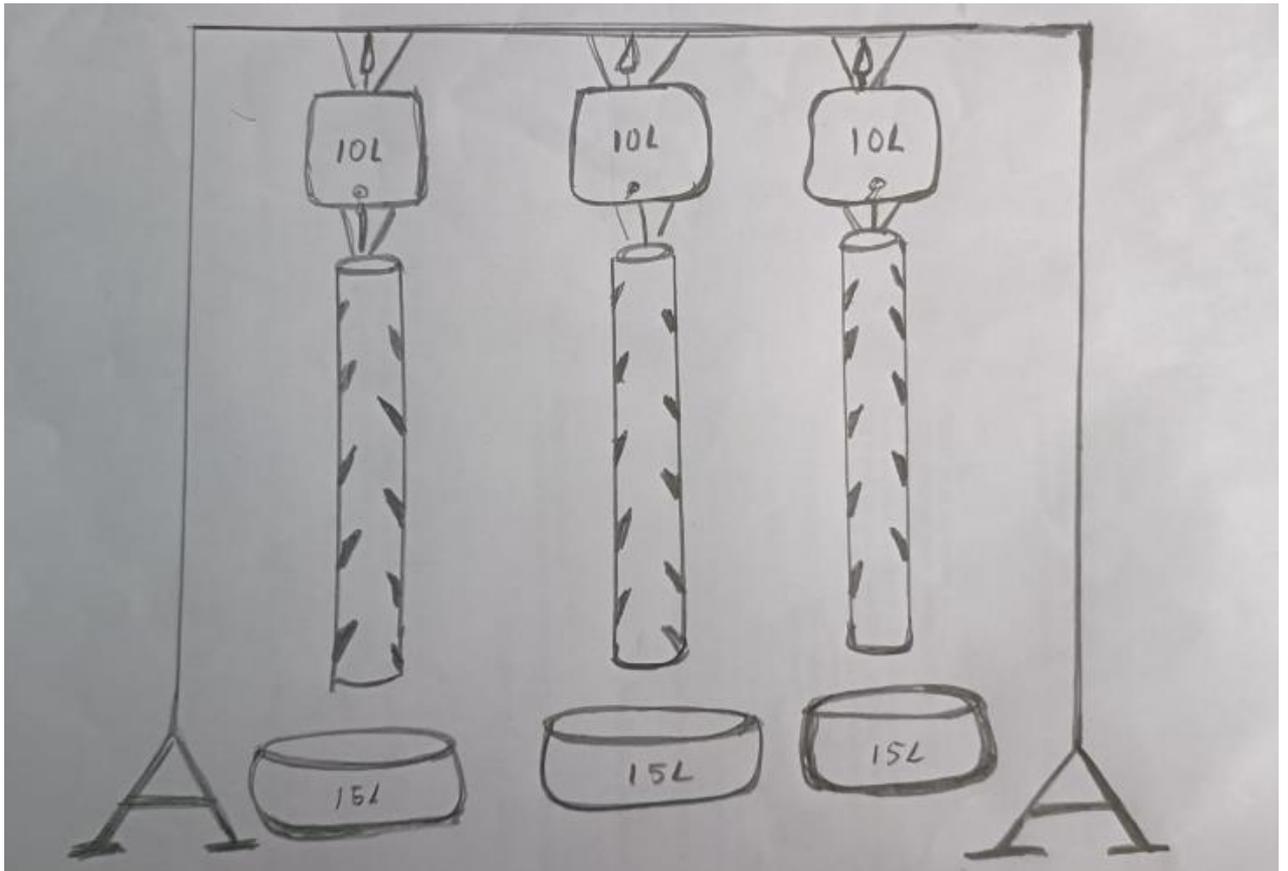


Figura 4. Primer boceto del diseño hidropónico vertical para el desarrollo de la lechuga en un sistema de hidroponía vertical. 2021.

En este segundo boceto se trató de resolver el tema de la caída del agua sin utilizar energía eléctrica (**Figura 5**).

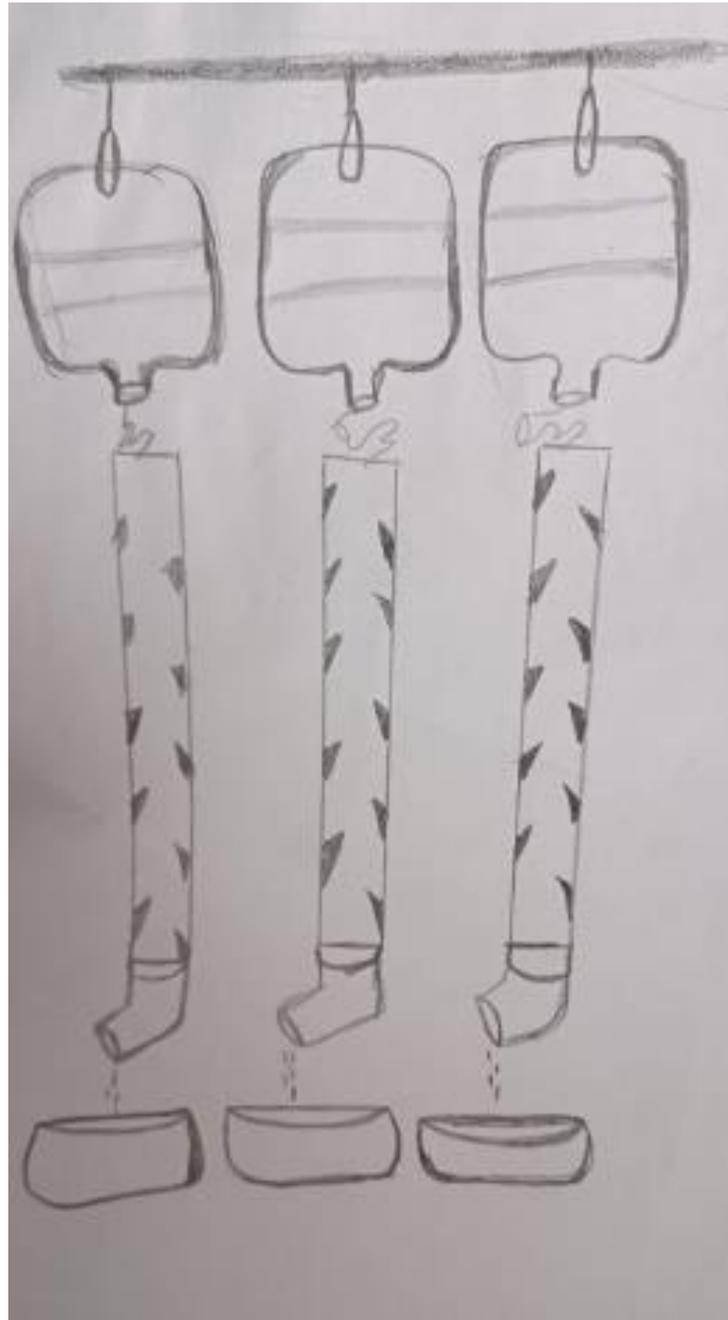


Figura 5. Segundo boceto del diseño para el desarrollo de la lechuga en un sistema de hidroponía vertical 2021, Puno.

En este último boceto se resolvió el tema del soporte como también la caída de la solución y la llegada final de la solución (**Figura 6**).

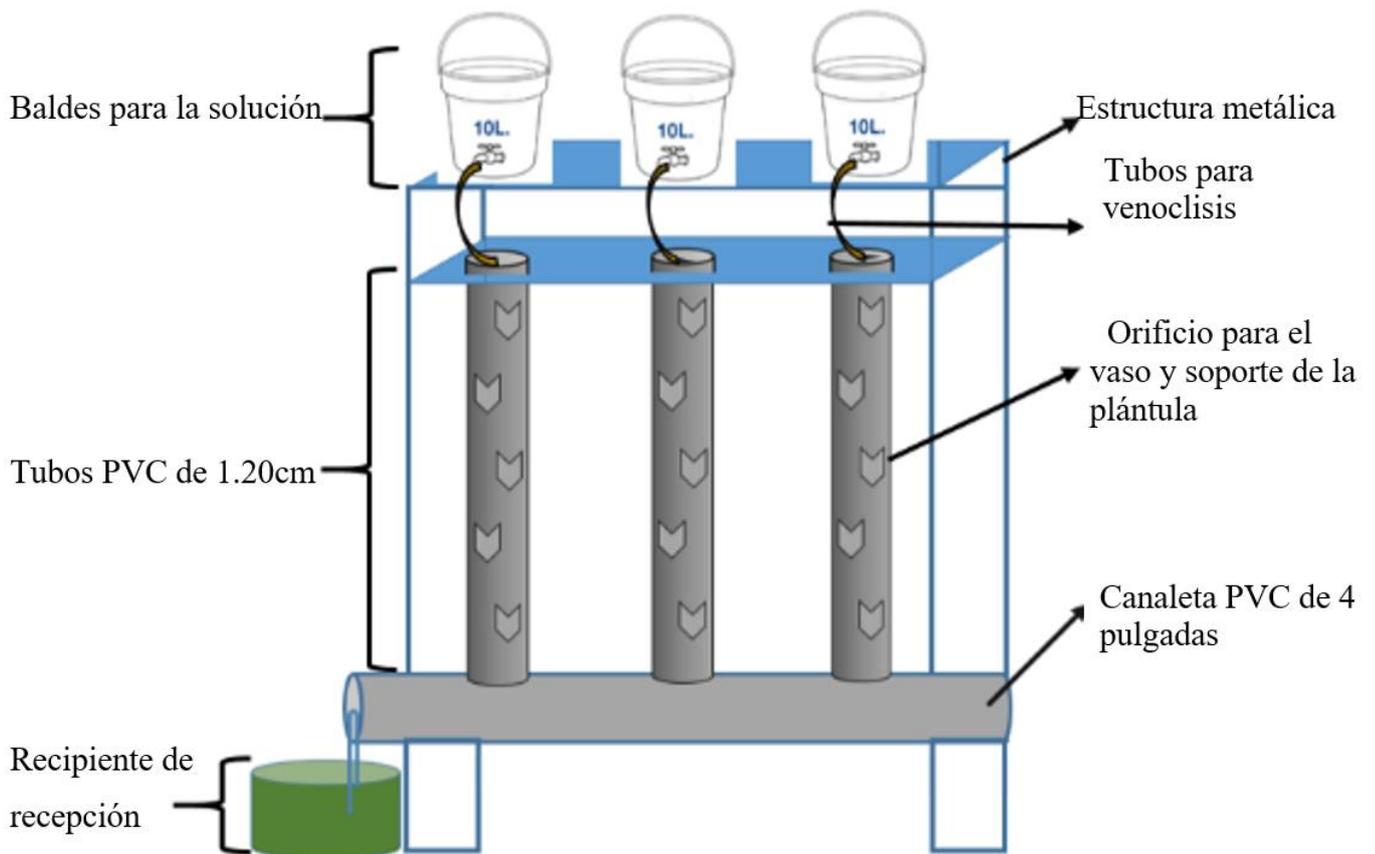


Figura 6. Diseño final del proyecto para el desarrollo de la lechuga en un sistema de hidroponía vertical 2021, Puno.

Fuente: Propia

b. Implementos del diseño

Tubo PVC: Se utilizó 3 tubos de 3 m de largo y 4" de ancho, cada tubo de 1.20 cm albergó a 10 plántulas de lechuga, en total fueron 6 tubos, tres para lechugas con solución de cuy y tres tubos para lechugas con solución de cerdo.

Canaleta: Un tubo de 4".



Baldes: Los baldes fueron de 12 L cada uno, para cada solución se necesitó tres baldes, en total 6 unidades para el proyecto, estos fueron colocados en la parte superior de la estructura metálica, para evitar aplastar los tubos con las lechugas.

Material clínico (venocllisis): Fueron utilizados 9 unidades, 6 al inicio, uno cada para tubo que alimenta a 10 plántulas, esto con la finalidad que pueda regularse el tiempo en que cae el agua por gravedad y alimenta a las 10 plántulas de lechuga y los 3 últimos fueron reemplazados porque presentaron pequeños problemas de conducción.

Recipiente de recepción: Se utilizó 2 recipientes de plástico de 15 L (**Anexo 22**), estuvieron ubicados debajo de la canaleta, con la función de recibir cada solución que caía por gravedad, pasando alimentando a cada una de las plántulas.

Estructura de metal: Se utilizó 2 soportes, una para cada solución tanto la de cuy como la de cerdo, su función principal fue de soporte de todo el diseño hidropónico.

Vasos: Fueron necesarias 60 unidades para que cada uno de ellos sostenga la plántula de lechuga su función principal fue de sostener a la plántula.

Esponja: Se requirió una esponja de aproximadamente 2 X 2 cm con un 2" de ancho, pliego que se dividió en 100 pequeñas esponjas una para cada plántula, todas cortadas circularmente con 4 cm de diámetro; su función fue darle soporte a la planta, se utilizaron 60 unidades inicialmente, posteriormente se cambiaron 16 unidades, por estética y prevención.

Tubos de conducción: Se utilizó una pequeña manguera de silicona con medida 8 X 1.5 mm.



c. Adecuación de implementos del diseño propuesto

Tubo PVC: La medida exacta de cada columna de tubo fue de 1.20 cm, cada columna albergó a 10 plántulas de lechuga, tres tubos para lechugas con solución de cuy y tres tubos para lechugas con solución de cerdo; otra adecuación que debió realizarse también calentar el tubo para la adecuación de los tubos de plástico (**Figura 15**).

Canaleta: Se dividió el tubo y se cortó la parte superior para las dos soluciones tanto la de cuy y la de cerdo.

Baldes: Las modificaciones que se hicieron a los baldes fueron los pilones que se le pusieron a cada uno de ellos con la función de transportar la solución.

Material clínico (venocllisis): Se hizo el corte del excedente de la manguera, para evitar un largo recorrido de la solución hasta las plántulas.

Recipiente de recepción: Estos dos recipientes fueron ubicados al final de las canaletas para que puedan recibir las soluciones que caen por gravedad.

Estructura de metal: Se ubicó esta estructura en el reducido espacio en el invernadero.

Vasos: Con ayuda de una aguja y una vela encendida se marcó haciendo un pequeño círculo la ubicación de donde estarían los tubitos que conectarían al siguiente vasito.

Esponja: Una vez con la plancha, se procedió a cortar en 100 pequeñas esponjas una para cada plántula todas cortadas circularmente con 4 cm de diámetro; la función fue darle soporte a la planta, se utilizaron 60 unidades inicialmente, posteriormente se cambiaron 16 unidades, por estética y prevención.

Tubos de conducción: Se dividió la manguera en 60 pequeños tubos de 6, 7 u 8 cm, cada uno tenía la función de conectar un vasito con el otro, esto para que finalmente la solución alimente a cada plántula.

d. Características de la unidad experimental

Las columnas de PVC para el diseño (**Figura 7**).

- | | |
|-----------------------------------|--------|
| • Longitud tubo | 120 cm |
| • Diámetro de tubo | 4" |
| • Número de lechugas por solución | 30 |
| • Número de tubos total | 6 |
| • Número de lechugas por tubo | 10 |
| • Número total de lechugas | 60 |



Figura 7. Tubo PVC adecuado diseño para el desarrollo de la lechuga en un sistema de hidroponía vertical 2021, Puno.

Fuente: Propia



e. Procedimiento de instalación del sistema hidropónico vertical

Una vez establecido el diseño final se, pasó a recurrir a un especialista en metal mecánica, quien entregó el diseño, posteriormente se llevó al invernadero donde se ubicó el diseño metálico.

Limpieza y desinfección del invernadero: Se estableció un área donde se realizó el proyecto además con la finalidad de evitar la aparición y proliferación de hongos, se realizó la limpieza del invernadero para lo cual se utilizó 10 % de lejía por cada litro de agua (1%).

Adaptación: Se hizo una adaptación del área en que se desarrollaría el proyecto, para esto se colocó una pequeña malla con la finalidad de bajar la luz solar del área de estudio para evitar deshidratación de los especímenes (**Figura 16**).

Establecer estructuras: Se acomodó las estructuras de metal, de forma paralela separadas por aproximadamente 1 m con 30 cm (**Anexo 1**).

Ubicación tubos: Se ubicó los 6 tubos PVC en cada uno de los agujeros de la estructura de metal, 3 en la estructura de metal para la solución de cuy y los otros 3 en la otra estructura de metal para la solución de cerdo.

Ubicación baldes para solución: Se colocó los 6 baldes a la altura de cada tubo sobre la estructura de metal, 3 de ellos eran para la solución de cuy y los otros tres para la solución de cerdo.

Conducción principal de soluciones: Los instrumentos clínicos (venoclisis) fueron conectados para columna de tubo PVC, de esta manera se distribuyeron 3 en una estructura metálica para alimentar a las lechugas que serán nutridas con solución de cuy



y los otros tres en la otra estructura metálica que alimentara a los especímenes con solución de cerdo.

Conducción final: Esta es la conducción final, para esto se colocó la canaleta una de cada una de las estructuras de metal.

Ubicación de recepción de solución: Se adecuó los recipientes de 15 litros para recibir la solución que caía por gravedad, uno debajo de cada estructura metálica.

Ubicación de soportes: Se distribuyó los vasos en los 60 agujeros de los 6 tubos, 30 en la primera estructura mecánica, 10 por cada tubo.

Conducción secundaria de soluciones: Se hizo las conexiones de los 60 tubos pequeños con los vasos, esto con la función de transportar la solución.

Soporte para la plántula: Las 60 esponjas fueron ubicadas en cada vasito, 10 por tubo, 30 en cada estructura metálica, además se le hizo un pequeño corte con una tijera hacia el centro, para que pudiera albergar a la plántula (**Figura 9**).



Figura 8. Diseño en proceso para el desarrollo de la lechuga en un sistema de hidroponía vertical 2021, Puno.

Fuente: Propia

f. Oxigenación de las soluciones para las lechugas en hidroponía vertical

Este sistema fue diseñado, con la finalidad de tener poca intervención humana, por los tiempos en los que vivimos, entonces se usó la gravedad (**Anexo 8**), de tal manera



que la solución baje adecuadamente, así únicamente se haría el cambio de solución 2 veces al día, a las 12:00 h y a las 18:00 h.

3.5.2. Comparar el crecimiento (cm) y la biomasa (kg) de lechuga a través de un sistema Hidropónico vertical con tubos PVC aplicando soluciones nutritivas, estiércol de cuy y cerdo.

La comparación se hace con la finalidad de observar cuál de las dos soluciones planteadas es mejor, brindando mayor calidad para la producción de lechuga, todo a través del sistema hidropónico vertical diseñado sin la utilización de electricidad en ambiente controlado.

3.5.2.1. Monitoreo de crecimiento con solución de cuy.

Los registros para las lechugas con solución de cuy, se hicieron en su mayoría a medio día se estableció el tiempo de 15 o 16 días, para evitar la perturbación de los especímenes, se utilizó una regla clásica (**Anexo 7**), todo con la finalidad de registrar el crecimiento de la lechuga en centímetros, finalmente el número de hojas (**Anexo 11**).

3.5.2.2. Monitoreo de crecimiento con solución de cerdo.

Los registros para las lechugas con solución de cerdo, se hicieron en su mayoría a medio día se estableció el tiempo de 15 o 16 días, para evitar la perturbación de las lechugas, se utilizó una regla clásica, todo con la finalidad de registrar el crecimiento en centímetros de la lechuga, también el número de hojas.

3.5.2.3. Mediciones de biomasa de lechuga con solución de cuy

Para evitar el estrés en la planta las mediciones de biomasa solo se hicieron al momento de trasplantar las plántulas pequeñas a los contenedores vasitos del sistema hidropónico y al momento de cosechar las lechugas (**Anexo 9**).



3.5.2.4. Mediciones de biomasa de lechuga con solución de cerdo.

Para evitar el estrés en la planta las mediciones de biomasa solo se hicieron al momento de trasplantar las plántulas pequeñas a los contenedores vasitos del sistema hidropónico y al momento de cosechar las lechugas.

3.5.2.5. Variables de estudio.

- Dependientes. - Biomasa (kg) y crecimiento (cm).
- Independientes. – Solución de cuy y solución de cerdo.

3.5.2.6. Análisis estadístico.

Se aplicó regresión lineal para relacionar el crecimiento (cm) y el tiempo (días) de desarrollo y el número de hojas de los especímenes de lechuga, a través de tiempo (días) con las soluciones de cuy y cerdo. También se ha realizado comparaciones de crecimiento de las hojas, tallo, número de hojas en contraste con las soluciones aplicadas. Para tal efecto se aplicó la prueba estadística no paramétrica de Kruskal Wallis (ANDEVA de una vía), que trabaja con rangos y permite comparar diferencias o igualdades, entre la longitud y número de hojas con respecto a la solución aplicada (cuy y cerdo), con un alfa de 0.05. Se utilizó para los análisis del programa de INFOSTAT 2021.

3.5.2.7. Parámetros de las soluciones nutritivas

Los registros de los parámetros del agua se tomaron al medio día que es donde regularmente se hicieron los controles estos cada 17 días, se analizó el pH, OD (mg/L), CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$), TDS (ppm), PSU y temperatura $^{\circ}\text{C}$, estos variaron en relación al tiempo.

En el cultivo de lechuga con solución de cerdo osciló entre los valores de pH (8.02 - 8.51), OD (0.5 – 0.5), CE (2008.25 – 3221.2), TDS (1036.81 – 1599.24); y con la solución de cuy osciló entre los valores de pH (7.02 - 8.01), OD (0.5 – 0.5), CE



(2008.25 – 3001.2), TDS (1030.81 – 1399.24), en el caso de la solución con cerdo se pudo regular el pH añadiendo roca volcánica.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DISEÑO DE UN SISTEMA DE ESTRUCTURA CON PVC PARA PRODUCCIÓN DE LECHUGA CON HIDROPONÍA.

La primera parte está conformada por el diseño metálico, que es la que tiene la función de soporte a todo el proyecto, este está hecho a medida con la finalidad poder soportar todos los instrumentos que fueron instalados en la misma estructura metálica, al ser una base sólida que debe resistir, su peso aproximado es de 30 kg. El medio del proyecto está conformado por los tubos, vasos, esponjitas de plántulas, y el sistema de mangueras conectadas unas con otras. es el que se considera una de las partes más importantes, pues esta parte de es la que sostiene directamente a las plántulas justo con el sistema que las alimenta con las soluciones tanto de cuy como de cerdo. En la parte superior de la estructura metálica para la producción hidropónica vertical se colocó seis baldes de 12 L, uno para cada columna, tres por cada solución cada balde estuvo conectado por una manguera de venoclisis que distribuía la solución a cada plántula de lechuga. El resultado de la funcionalidad fue puesta a prueba los primeros días en que las plántulas aun siendo pequeñas debieron sobrevivir y adaptarse al diseño; finalmente este cumplió, llevando a término el desarrollo de las lechugas tanto como con las desarrolladas con solución de cuy y con las de cerdo. Con respecto a la funcionalidad el diseño de hidroponía este es uno de los métodos ya comprobados, con buenos resultados (Mendoza, 2017), en este caso una nueva propuesta de diseño sin la utilización de alguna fuente eléctrica, fue un nuevo reto que al ser probada en el cultivo de lechuga mostró gran éxito (Quispe, 2015).



Los resultados conforme a la resistencia se probaron en los cuatro meses que duró el proyecto, no hubo problemas grandes con el diseño en general, puesto que no fue necesario hacer muchos cambios, únicamente las de las venoclisis, conducción primaria de la solución a los tubos; de los 6 tubitos se cambiaron únicamente 2, uno del diseño con solución de cerdo y el otro con el diseño que tenía la solución con cuy; en todo el tiempo la estructura metálica se mantuvo firme, indicador de estabilidad para poder realizar más proyectos con este método.

La lechuga mostró gran adaptabilidad y resistencia al método (Catata, 2015), entonces es que se puede llevar el desarrollo con normalidad, teniendo pequeñas dificultades al inicio (Abad, 2020), entre los instrumentos de todo el diseño la mayoría no tuvo mayores problemas (Casca, 2004).

Los resultados con respecto a la eficiencia cumplieron las expectativas, ya que no hubo problemas con el diseño en sí; cada uno de los vasitos con las plántulas fueron alimentados por sus respectivas soluciones como estaba previsto, de esta manera se cumplió las previsiones del diseño tales como:

- Lograr cosechar especímenes fuertes grandes
- Lograr la cosecha con mínimo de esfuerzo
- Lograr la cosecha con una baja cantidad de agua
- Lograr la cosecha en un espacio reducido.

Este diseño mostró eficiencia al momento de hacer que las plántulas se desarrollen y cuidó a cada individuo (Sala, 2015), al mismo tiempo hay más opiniones que indican que no fue al 100% el éxito de productividad en los diseños hidropónicos verticales,

debido a que el individuo en la parte superior puede afectar al crecimiento del individuo de abajo (García, 2013).

4.1.1. Aplicación con solución de cuy

La aplicación líquida de solución de cuy tuvo un resultado exitoso, los cambios fueron pequeños, el diseño cumplió con albergar y ayudar con el desarrollo de la lechuga por el método hidropónico con la solución de cuy; los primeros días mostró una leve dificultad en su adaptación, pero esta sería una reacción clásica al momento de tener que crecer en agua y no en suelo,

El diseño se mantuvo estable, haciendo posible el crecimiento de los especímenes sin notorias perturbaciones.

En los resultados del proyecto es cuando uno de los 3 tubos de conducción presentó un caso de taparse ligeramente, esto debido a la concentración de la solución que bajaba por uno de los tubitos principales que alimentaba a la columna de plantas, entonces se dio el cambio para evitar algún tipo de afectación a las plantas.

La solución de cuy aportó al desarrollo de la lechuga, sin embargo hubo resistencia a la adaptabilidad al inicio, es debido a la inestabilidad del pH que tuvo esta solución (Abad, 2020), se requirió más tiempo para poder sacar los resultados actualmente obtenidos, que, aunque tardíos demuestra también una funcionalidad alternativa más no deseable (Gutiérrez, 2011).

El diseño hidropónico vertical con la solución de cerdo, fue completamente funcional, esta fotografía fue a los 30 días. **(Figura 9)**.



Figura 9. Diseño y aplicación hidropónico vertical, (solución de cuy) para el desarrollo de la lechuga 2021, Puno.

El diseño hidropónico vertical también aportó facilidades al cultivo mismo, con respecto a la luminosidad. Y al momento de especificar la importancia de las soluciones tenemos que su importancia es elemental (Cajo, 2016), para el desarrollo esto demostrado en las diversas investigaciones que indican que las soluciones correctas aceleran el desarrollo de la lechuga (Asto, 2018), al mismo tiempo se reconfirma que la lechuga es

un cultivo que requiere una gran demanda hídrica, que finalmente fue en gran parte copado por el mismo diseño (Casaca, 2005).

4.1.2. Aplicación de solución de cerdo

El diseño que se estableció para la solución con cerdo es idéntico a la de cuy prácticamente diseños gemelos y en mi opinión tubo buen grado de éxito, los cambios fueron pequeños, el diseño cumplió con albergar y ayudar con el desarrollo de la lechuga por el método hidropónico con la solución de cerdo; los primeros días mostró una leve dificultad en su adaptación, pero esta sería una reacción clásica al momento de tener que crecer en agua y no en suelo,

Los diseños junto con todos sus partes conformantes se mantuvieron estables, haciendo posible el crecimiento de los especímenes sin notorias perturbaciones, únicamente lo que llamó la atención fue la lentitud con la crecieron los especímenes, sin embargo, esto en absoluto fue provocado por algún tipo de falla en el diseño del método hidropónico. En la parte final del proyecto es cuando uno de los 3 tubitos de conducción presentó un caso de taparse ligeramente, esto debido a la concentración de la solución que bajaba por uno de los tubitos principales que alimentaba a la columna de plantas, entonces se dio el cambio para evitar algún tipo afectación a las plantas.

El diseño hidropónico vertical con la solución de cerdo, fue completamente funcional, esta fotografía fue a los 30 días. **(Figura 10).**



Figura 10. Diseño y aplicación hidropónico vertical, (Solución de cerdo) para el desarrollo de la lechuga 2021, Puno.

Este diseño hidropónico vertical fue estructurado sin la utilización de energía eléctrica (**Figura 18**), al tener en el diseño el compuesto de una estructura metálica le aporta gran estabilidad al mismo (Castillo *et al.*, 2015), además la forma de oxigenación del mismo provee un extra de utilidad por sobre otros métodos hidropónicos (Quispe, 2015).



La solución de cerdo aportó al desarrollo de la lechuga, sin embargo hubo resistencia a la adaptabilidad al inicio, es debido a la inestabilidad del pH que tuvo esta solución (Abad, 2020), se requirió más tiempo para poder sacar los resultados actualmente obtenidos, que, aunque tardíos demuestra también una funcionalidad alternativa más no deseable (Gutiérrez, 2011).

4.2. COMPARACIÓN DEL CRECIMIENTO (CM) Y LA BIOMASA (KG) DE LECHUGA A TRAVÉS DE UN SISTEMA HIDROPÓNICO VERTICAL CON TUBOS PVC APLICANDO SOLUCIONES NUTRITIVAS, ESTIÉRCOL DE CUY Y CERDO

Se presenta los resultados que se tomaron a través del tiempo de desarrollo de las plantas con respecto a las características físicas más importantes de la planta de lechuga, que a su vez estos datos puedan ayudarnos a dilucidar cuál de estas soluciones es la que nos brindará mejores resultados en la cosecha de lechuga por el método hidropónico vertical en condiciones de invernadero; cabe resaltar que la toma de datos para finalmente obtener los resultados (**Anexo 9**), fue completamente indiscriminado, esto quiere decir que en cada relación podemos esperar la confiabilidad, tanto como de la solución con cuy como la solución con cerdo, estos datos fueron obtenidos cada 17 días, se determinó este tiempo con la finalidad de evitar el estrés en la planta y de alguna manera perturbar el correcto y debido desarrollo de la misma.

Raíz/solución

$P=0.0231$; $gl=1$; $F_{calc}(0.05)=5.24$

La raíz tuvo mayor crecimiento con la solución de estiércol de cuy, con un promedio de 2.90 cm en contrastaste con la solución de cerdo que fue de 2.61 cm; todo en



relación con el tiempo para la solución con cuy a los días (17, 34, 51, 68) y con solución de cerdo a los días (17, 34, 51, 68, 85, 102, 119) (**Anexo 15**).

En muchos otros casos de hidroponía tenemos que la raíz mientras más larga, tiene más capacidad de absorber nutrientes, sin embargo, en este caso tenemos que por el diseño (Zaldivar, 2005), la raíz se ensanchó mas no se alargó esto por la forma de los vasitos que sostuvieron a la planta en el diseño (Suquilanda, 2003).

Número de hojas/solución

$P=0.31$; $gl=1$; $F \text{ calc } (0.05) = 9.83$

No hubo diferencia en el número de hojas de la lechuga entre los dos tratamientos. La solución de cuy tuvo un promedio de 5.71 unidades de hojas y de cerdo con un promedio 5.27 unidades de hojas; todo en relación con el tiempo para la solución con cuy (17, 34, 51, 68) y con solución de cerdo (17, 34, 51, 68, 85, 102, 119) (**Anexo 15**).

Al no presentar una diferencia significativa entre el desarrollo de las hojas de ambas soluciones, se diría que con las dos soluciones tenemos un gran producto (Salinas, 2017), sin embargo, observamos que el tiempo juega en contra de la solución de cerdo (Abad, 2020), puesto que se obtienen similares resultados de crecimiento, pero en un tiempo mayor que la solución de cuy (García, 2013).

Crecimiento de tallo (cm)/solución

$P=0.0001$ $gl=1$; $F \text{ calc } (0.05)= 41.82$

Existe un mayor crecimiento de tallos de lechuga, con la solución de cerdo con un promedio de 7.19 cm, en comparación con los tallos de cuy, que tuvo un crecimiento de 4.10 cm; todo en relación con el tiempo para la solución con cuy (17, 34, 51, 68) y con solución de cerdo (17, 34, 51, 68 ,85, 102, 119) (**Anexo 17**).



Se observó que la solución de cerdo hace que el crecimiento de tallo sea mayor a la de cuy (Catata, 2015), sin embargo, lo deseado para la lechuga es que sean sus hojas las más desarrolladas puesto que la parte aprovechable de la lechuga siempre será considerada las hojas, por lo tanto, es más deseable la solución de cuy (Gutiérrez, 2013).

Longitud de hojas (cm)/solución

$P=0.46$; $gl=1$; $F \text{ calc } (0.05) = 0.54$

No hubo diferencia en la longitud de hojas (cm) de lechuga con ambos tratamientos, teniendo promedios de 7.53 con solución de cuy, mientras que fue de 8.06 cm con solución de cerdo; todo en relación con el tiempo para la solución con cuy (17, 34, 51, 68) y con solución de cerdo (17, 34, 51, 68, 85, 102, 119) (**Anexo 17**).

Hubo un buen promedio en el desarrollo de las hojas con respecto a la solución de cerdo, sin embargo, la solución de cuy es la que se evidenció como la más deseable para el desarrollo de lechugas bajo el método de hidroponía vertical (Velásquez, 2019), al demostrar un buen promedio en menor tiempo (Zaldivar, 2005).

pH (cm)/solución

$P=0.48$; $gl=1$; $F \text{ calc } (0.05) = 0.48$

No hubo diferencia en el pH de las soluciones de estiércol de cuy y cerdo, teniendo promedios de 7.83 y 7.87 respectivamente; todo en relación con el tiempo para la solución con cuy (17, 34, 51, 68) y con solución de cerdo (17, 34, 51, 68, 85, 102, 119) (**Anexo 17**).

Es el pH fue uno de los pilares para el desarrollo de la lechuga por el método hidropónico, en las soluciones (Catata, 2015), de acuerdo a su composición tiende a



beneficiar o perjudicar al cultivo, en este caso la solución de cerdo tuvo gran resistencia de parte del cultivo (Casca, 2020).

OD (mg/cm³)/ solución

$P=0.48$; $gl=1$; $F \text{ calc } (0.05) = 0.48$

No hubo diferencia en la variación de oxígeno disuelto de la solución de cuy y cerdo, cuyos promedios fueron iguales a 0.48 mg/cm^2 en el crecimiento de lechuga en condiciones de hidroponía; todo en relación con el tiempo para la solución con cuy a los días (17, 34, 51, 68) y con solución de cerdo a los días (17, 34, 51, 68, 85, 102, 119) **(Anexo 17)**.

El oxígeno disuelto en las soluciones estuvo a favor del crecimiento de las lechugas, en el diseño de hidroponía vertical puede tener efectos adversos (Zaldivar, 2005), estos al obstruir los instrumentos de conexión, sin embargo, estos problemas pueden ser mitigados al añadir un número más a las mangueras transportadoras (Mendoza, 2017).

CE (uS/cm) /solución

$P=0.04$; $gl=1$; $F_{\text{calc}} (0.05)= 3.91$

Hubo una mayor conductividad eléctrica en la solución con cuy con un promedio de 1994.18, en contraste con la solución de cerdo con un promedio de 1380.09 raíz tuvo mayor crecimiento con la solución de estiércol de cuy, con un promedio de 2.90 cm en contraste con la solución de cerdo que fue de 2.61 cm; todo en relación con el tiempo para la solución con cuy (17, 34, 51, 68) y con solución de cerdo (17, 34, 51, 68, 85, 102, 119) **(Anexo 17)**.



La conductividad eléctrica en este método fue necesaria registrarla constantemente pues ello nos dejaba saber el esfuerzo que tendría las raíces para absorber nutrientes, de las soluciones empleadas para el desarrollo (Quispe, 2015).

Salinidad (PSU/solución)

$P=0.04$; $gl=1$; $F_{calc}(0.05)=3.91$

Hubo una mayor salinidad en la solución con cerdo con un promedio de 1.21, en contraste con la solución de cuy con un promedio de 1.07; todo en relación con el tiempo para la solución con cuy (17, 34, 51, 68) y con solución de cerdo (17, 34, 51, 68, 85, 102, 119) (**Anexo 17**).

En el proceso de evaluación se identificó que, en una situación de estrés salino, el crecimiento de las plantas puede ser más lento, por lo que todo el cultivo puede afectarse, posteriormente llevar a pérdidas productivas por exceso de tiempo empleado (Salinas, 2013).

Regresión Cerdo/ Tiempo/ Tallo

El coeficiente $R^2=0.57$ lo que indica que existe una relación de 57% con referencia del tiempo y el crecimiento del tallo en la lechuga desarrollada bajo la solución de cerdo (**Figura 11**).

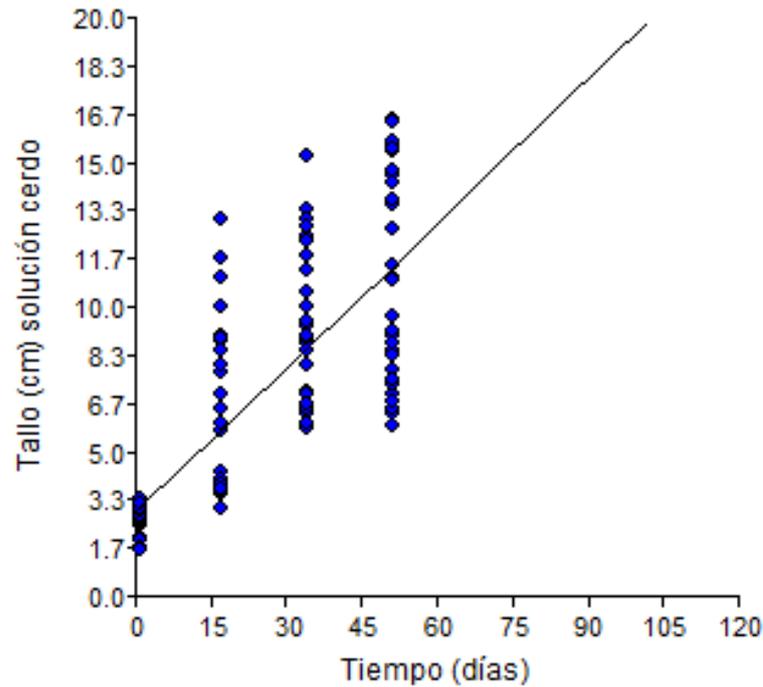


Figura 11. Regresión de la solución de cerdo a través del tiempo en días 2021, Puno.

Hubo una buena tendencia de crecimiento puesto que R^2 nos indica que hay un 0.57 por ciento de influencia del tiempo sobre el crecimiento del tallo de lechugas en el diseño con la solución de cerdo; la solución aportó beneficios para el desarrollo de la lechuga (Goite, 2008), no fueron del todo suficientes para el aporte que nitrógeno (Zaldivar, 2005).

Regresión tallo Cuy/tiempo

El coeficiente $R^2 = 0.57$ lo que indica que existe una relación de 57% con referencia del tiempo y el crecimiento del tallo en la lechuga desarrollada bajo la solución de cuy (**Figura 12**).

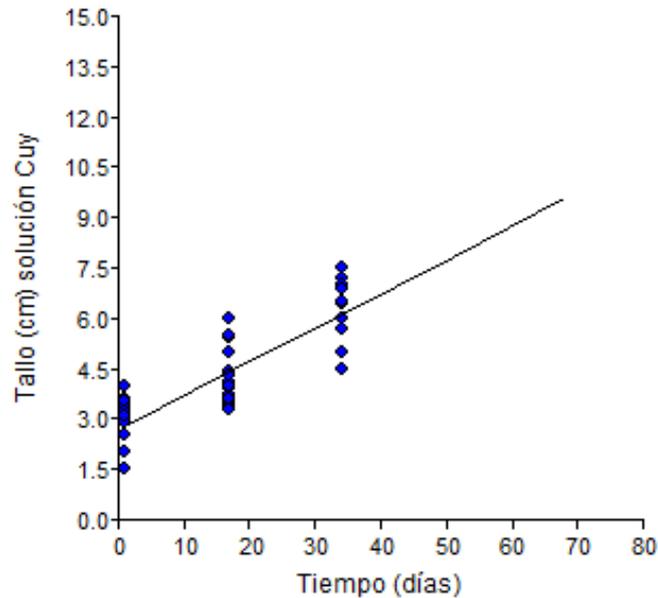


Figura 12. Regresión de la solución de cuy a través del tiempo en días 2021, Puno.

Hubo una buena tendencia de crecimiento puesto que R^2 nos indica que hay un 0.75% por ciento de influencia del tiempo sobre el crecimiento del tallo de lechugas en el diseño con la solución de cuy, esto puede hacer referencia a un equilibrado y distribuido crecimiento. Se registró un crecimiento proporcionado del tallo con respecto al tiempo esto en el caso de la lechuga desarrollada con la solución de cuy, justamente se apoya que este sea equilibrado pues el máximo aprovechamiento de la lechuga está en sus hojas (Mendoza, 2017).

Regresión hojas cerdo/tiempo

El coeficiente $R^2=0.80$ lo que indica que existe una relación de 80% con referencia del tiempo y el crecimiento del tallo en la lechuga desarrollada bajo la solución de cerdo **(Figura 13)**.

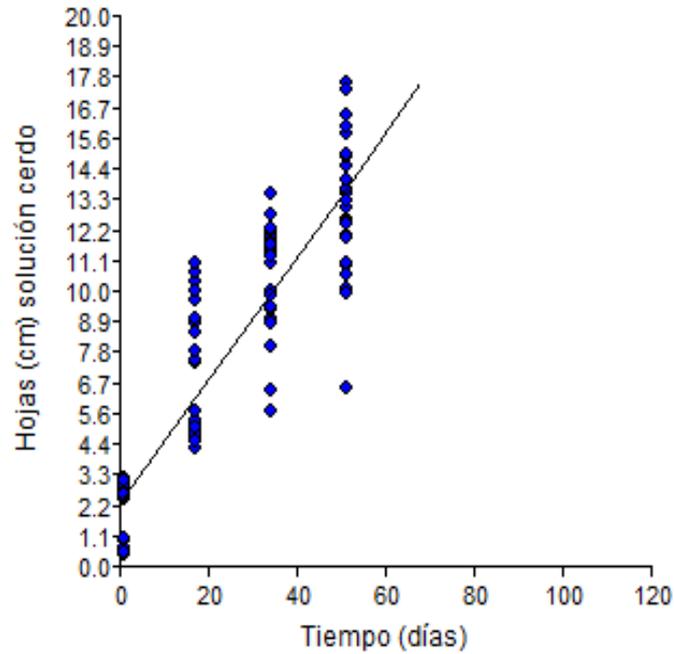


Figura 13. Regresión de las hojas de la solución de cerdo a través del tiempo en días.

Hubo una buena tendencia de crecimiento de hojas puesto que $R^2 = 0.80$ esto significaría que hay un 80% por ciento de influencia del tiempo sobre el crecimiento de las hojas de lechugas en el diseño con la solución de cerdo, esto puede hacer referencia a un equilibrado y distribuido crecimiento. Observando el crecimiento de las hojas con respecto al tiempo (García, 2013), la solución de cerdo dependió mucho de él, lo que significa que se desarrolló, pero un periodo más largo, esto debido también a la resistencia inicial a la adaptabilidad (Salinas, 2013).

Regresión hojas cuy/tiempo

El coeficiente $R^2=0.86$ lo que indica que existe una relación de 86% con referencia del tiempo y el crecimiento del tallo en la lechuga desarrollada bajo la solución de cerdo **(Figura 14).**

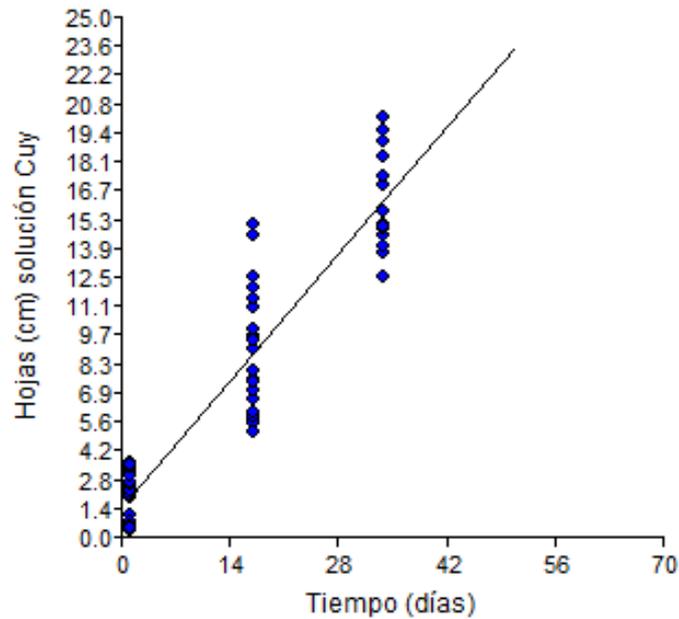


Figura 14. Regresión con respecto a hojas de la solución de cuy a través del tiempo en días.

Hubo una buena tendencia de crecimiento de hojas puesto que $R^2 = 0.86$ esto significaría que hay un 86 por ciento de influencia del tiempo sobre el crecimiento de las hojas de lechugas en el diseño con la solución de cuy, esto puede hacer referencia a un equilibrado y distribuido crecimiento, además a comparación de la de cerdo, la solución de cuy es que la que demostró mayores y mejores resultados con respecto del crecimiento de hojas, y justamente es lo que se busca, una mayor productividad de crecimiento de lechuga por el método hidropónico vertical con solución de cuy. El desarrollo deseable de las hojas se dio con la solución de cuy, en el que se vio un crecimiento de hojas proporcional al tiempo (Vásquez, 2019), esto hace a la solución más estable puesto que también demostró no tener mucha resistencia a la adaptabilidad tanto al método como al diseño hidropónico vertical (Cajo, 2016).

4.2.1. Resultados (biomasa)

Finalmente se registró y procesó los datos finales de la biomasa de todas las unidades de lechugas estudiadas, cada bloque que se desarrolló con las soluciones tanto de cuy como de cerdo (**Tabla 6**).

Tabla 6. Comparación final de biomasa 2021, Puno.

Mediciones de biomasa			
Biomasa con solución de cuy		Biomasa con solución de cerdo	
Inicio (g)	Final (kg)	Inicio (g)	Final (kg)
1.64	1223.3	1.77	832.7

Respecto a la biomasa se evidencia el mejor crecimiento de las lechugas con la solución de cuy (**Anexo 11**), dando como resultado 1223.3 kg de las treinta lechugas en investigación con esta solución, en un periodo de 68 días (**Anexo 14**), mientras que la biomasa de las 30 lechugas investigadas con solución de cerdo fue únicamente de 832.7 kg, en un periodo de 119 días (**Anexo 13**). Se registra que las soluciones son vitales para el desarrollo de las lechugas en especial por el método hidropónico (Quispe, 2015), es adecuado garantizar que estas soluciones aporten al desarrollo de la planta junto con las demás características (Castillo *et al.*, 2015).

Longitud de hojas con relación a la solución.

La comparación a los 68 días, de la longitud de hojas de la lechuga, se registra un error estándar de 7.5 para la solución de cuy y de 5.4 de error estándar para la solución de cerdo (**Figura 15**)

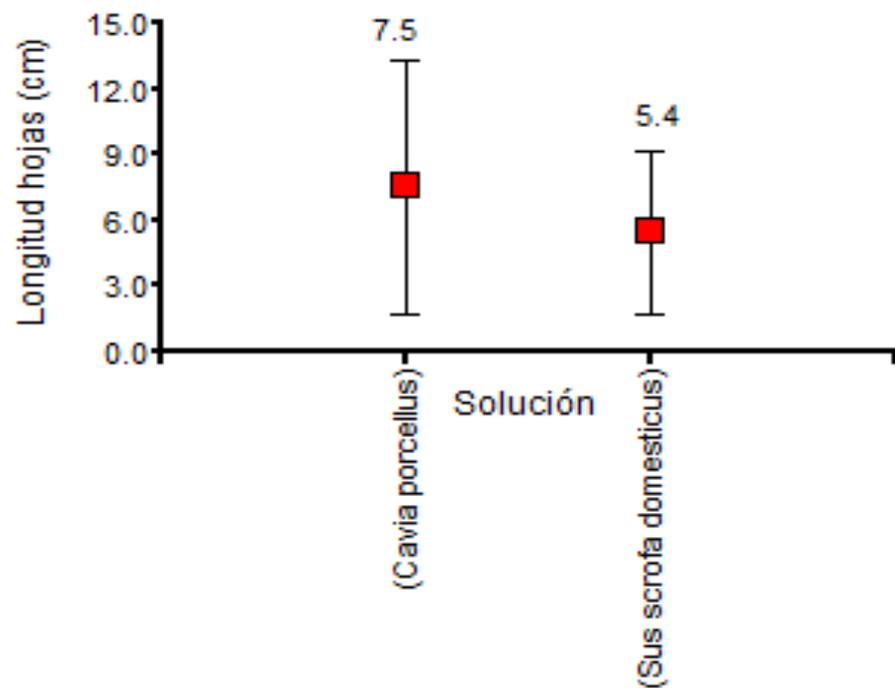


Figura 15. Longitud de hojas (cm) de lechuga con dos sistemas de soluciones (cuy y cerdo) para el crecimiento en un sistema hidropónico vertical.

No existe diferencia entre la longitud de hojas y las soluciones de nutrientes de cuy y cerdo para un sistema de desarrollo hidropónico vertical ($H_{cal}(0.05) = 3.57$; $GI=1$; $P= 0.0586$), Existe un diferencia numérica de la longitud de hojas, siendo mayor con la aplicación de cuy; mientras menor con cerdo.

Número de hojas en relación a la solución.

La comparación a los 68 días, del número de hojas de la lechuga, se registra un error estándar de 6.0 para la solución de cuy y de 4.0 de error estándar para la solución de cerdo (**Figura 15**).

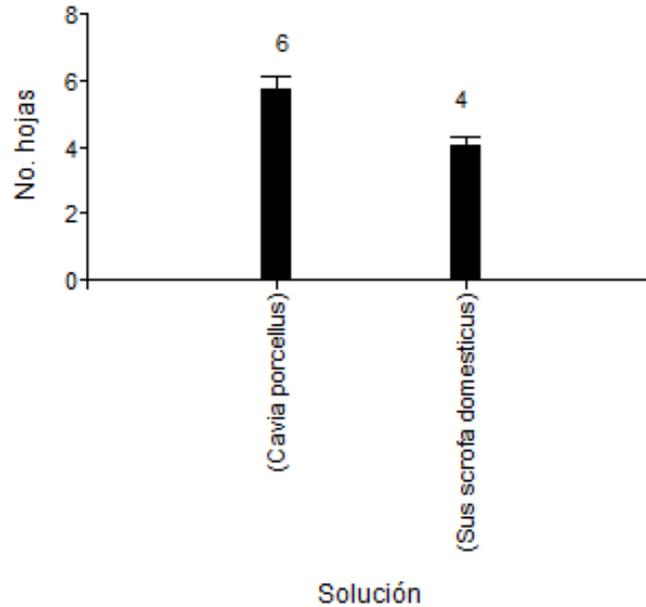


Figura 16. Número de hojas (cm) de lechuga con dos sistemas de soluciones (cuy y cerdo) para el crecimiento en un sistema hidropónico vertical.

Existe diferencia entre la longitud de hojas y las soluciones de nutrientes de cuy y cerdo para un sistema de desarrollo hidropónico vertical, siendo mayor el crecimiento con la solución de cuy ($H_{cal} (0.05) = 8.14$; $G1=1$; $P= 0.0041$). Es probable que la solución de cuy, tiene más nutrientes que son aprovechados por la planta (Cajo, 2016).



V. CONCLUSIONES

- a. El diseño con estructura PVC para la producción de lechuga fue adecuada puesto que con ambas soluciones los especímenes de lechuga lograron concretar su crecimiento. La novedad científica está en la realización del diseño de una forma accesible y adaptable aun en las condiciones climatológicas de sierra en este caso Puno y con un mínimo esfuerzo.

- b. La lechuga que creció alimentada por la solución de cuy tuvo mejores resultados en crecimiento y biomasa a través del tiempo, además tubo una adaptabilidad más rápida al mismo método hidropónico vertical; que los especímenes de lechuga que crecieron alimentadas por la solución de cerdo; se dio una mínima diferenciación de crecimiento y biomasa, puesto que los especímenes de lechuga respondieron bien ante las dos soluciones sin embargo se vio una gran diferencia a través del tiempo, en tal sentido la solución con abono de cuy fue la que en menor tiempo obtuvo resultados, antes que las lechugas que crecieron con solución de cerdo que se tardaron más.



VI. RECOMENDACIONES

Las presentes recomendaciones van dirigidas a todo aquel que se encuentre en la misma rama de investigación, tesis de pregrado y post grado.

- Realizar investigación a una escala mayor, en la que el tanque de soluciones pueda alimentar por más tiempo al diseño hidropónico vertical.
- Poner a prueba el diseño en alguna entidad que se pueda practicar la auto sustentación
- Experimentar con soluciones que comprendan algunas algas del lago o la misma totora.
- Experimentar, poniendo a prueba los niveles de agua y soluciones que a través de la gravedad caen y con el tiempo en que estas pueden alimentar al diseño y cuál sería el más deseado.
- Experimentar la afectación de la luz y la claridad del diseño y cómo afecta al cultivo hidropónico.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adlercreutz, E., Huarte, R., López, A., Manzo, E., Szczesny, A., 2014. Producción hortícola bajo cubierta. Buenos Aires, Argentina: Editorial INTA.
- Alzate, J., Loaiza, L. 2008. Monografía del cultivo de la lechuga. Colinagro, 37 p.
- Asto, A. 2018. Determinación del valor cultural de cuatro cultivares de semilla de lechuga (*Lactuca sativa* L.) bajo las condiciones del valle Santa Catalina (Tesis de pregrado).
http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/4509/1/re_ing.agron_anita.asto_valor.cultural.de.cuatro_datos.pdf
- Bacon, F. 1627. *Sylva sylvarum* or a Natural History in ten centuries. London, W. Lee 1651, reusing the engraving from the original 1627 edition.
- Barreno, B. 2019. Evaluación del biosol generado en la producción de biogás, como biofertilizante en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.).
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29476/1/Tesis-229>
- Barrera G, 2004 Evaluación de cinco variedades de lechuga cultivadas con la técnica hidropónica de Solución Nutritiva Recirculante NFT. Tesis Ing. Agro. Guatemala, Facultad de Agronomía. 75 p.
- Barrios N, 2004. Evaluación del cultivo de la lechuga, (*Lactuca sativa* L) bajo condiciones hidropónicas en Pachalí, San Juan Sacatepéquez, Guatemala. (Tesis de Ingeniero agrónomo). SPA. Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Basterrechea, M. 2014. pH y calidad del agua. Hidroponía casera.
<https://www.hidroponiacasera.net/calidad-del-agua-y-ph-enhidroponia-guia-basica/>



- Bautista, R. 2000. Evaluación del rendimiento de cuatro variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en cultivo hidropónico, utilizando como sustratos área y cascarilla de arroz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 57 p.
- Beltrano & Gimenez. 2015. Cultivo en hidroponía. Universidad Nacional de la Plata.
- Bertsch, F. 1998. La fertilidad de los suelos y su manejo. San José, CR, Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. 157 p.
- Blumenthal, G. 2017. Cómo equilibrar el pH en hidroponía.
https://www.ehowenespanol.com/equilibrar-phhidroponia-como_216223/
- Cajo, A. 2016. Producción hidropónica de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa*) bajo sistema NFT con tres soluciones nutritivas.
- Cámara de Comercio de Bogotá. 2015. Manual de Lechuga. Recuperado de
<https://bibliotecadigital.ccb.org.co/handle/11520/14316>
- Canales, A., Taquila, R. y Guerra, F. 2002. Conservación de la biodiversidad in situ y Capacitación. Centro de Investigación Educación y Desarrollo (CIED-PUNO)
- Carrasco, G; Sandoval, Cl. 2016. Manual práctico del cultivo de la lechuga. Madrid, España: Mundiprensa
- Casseres, E. 1980 Producción de hortalizas (3ªed). San José, Costa Rica: Editorial IICA
- Casaca, A. 2005. “El cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.)”. Tesis de Ing. Agrón.
- Castillo, H., Hernández, M., y Rodríguez, K. 2015. Importancia del consumo de productos hidropónicos en Guayaquil. Yachana.
<http://revistas.ulvr.edu.ec/index.php/yachana/article/view/155/116>



- Catata, L. 2015. Tres Variedades de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) y Dos Soluciones Nutritivas en Cultivo Hidropónico, en Sistema NFT Tipo Piramidal, bajo Condiciones de Invernadero en Arequipa. Tesis. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Perú.: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/>
- Cerdas, M & Montero, M. 2004 Guías técnicas del manejo poscosecha de apio y lechuga para el mercado fresco. 72 p. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Imprenta Nacional. San José, Costa Rica. Recuperado de http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/manual_apio_lechuga_creditos.pdf
- Chambi, M. 2022. Producción hidropónica utilizando abono líquido – biol, en cultivos de acelga, repollo y lechuga en condiciones de invernadero (Tesis de pregrado). Facultad Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno. https://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/19290/Chambi_Alarcon_Marisol_Sheyla.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Chang, M; Hoyos, M; Rodríguez, A. 2000. Manual práctico de hidroponía: sistema de raíz flotante y sistema de sustrato sólido. Perú, s.e. 42 p.
- Chipana, R & Serrano, G. 2007 Riego superficial en lechuga (*Lactuca sativa*) y nabo (*Brassica napus*) en las zonas bajas del altiplano boliviano: Consumo de agua. Ingeniería del Agua 14(3): 169-175. doi: 10.4995/ia.2007.2909
- Chumbipuma, J 2019 Densidad de siembra y abonos foliares en la producción orgánica de acelga (*Beta vulgaris* L. var. cicla) en la Molina (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria la Molina Facultad de agronomía.



- Ciren 2017. Catastro frutícola, principales resultados. Región de Valparaíso 2020. [en línea]. (Consultado: 12 mayo 2023). datos, Recuperado de https://itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=36607#null
- Condori, P., Loza, M. G., Sainz, H. N., Guzmán, J., Mamani, F., Marza, F., & Gutiérrez, D.
- E. 2017. Evaluación del efecto del biol sobre catorce accesiones de papa nativa (*Solanum ssp.*) en la estación experimental kallutaca. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 5(1), 15-28.
- Defilipis, C; Pariani, S; Jimenez, A; Bouzo, C. 2006. Respuesta al riego de lechuga (*Lactuca sativa L.*) Cultivada en invernadero. Universidad Nacional de Luján. Buenos Aires. Argentina. Recuperado: de 43 https://www.researchgate.net/publication/228910447_Respuesta_al_riego_de_lechuga_Lactuca_sativa_L_cultivada_en_invernadero
- De Meza, J. 2002. Libro de hidroponía y nutrición. Chihuahua, México. FAO (2002). Manual Práctico manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivos hidropónicos en invernadero. http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/aup/pdf/mip.pdf
- De Vries, I.M. 1997. Origin and domestication of *Lactuca sativa L.* *Genetic Resources and Crop evolution* 44(2):167-174. <https://doi.org/10.1023/A:1008611200727>
- Ecuaquimica. 2009. <http://www.ecuaquimica.com.ec/index.php?>



Escuela Centroamericana de Agricultura y Ganadería de Costa Rica, ECAG. 13p.:

<http://gamis.zamorano.edu/gamis/es/Docs/hortalizas/pepino.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2002. El cultivo protegido en clima mediterráneo. Recuperado de www.fao.org/3/as8630s.pdf

Favela CE, Preciado RP, Benavides MA. 2006. Manual para la Preparación de Soluciones Nutritivas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México. 148 pp.

Faxsa, MX. 2002. Variedades de lechuga (en línea). México. Consultado 17 mar. 2002. <http://www.faxsa.com.mx/semhort1/c60le001.htm>

Flores, RJS. 1999. Concentración total de sales y de magnesio en el cultivo hidropónico del rosal. Tesis. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 222 pp.

Forero, R., Ricardo, A., Hollman, G., Ricardo, A., Luna, C., Rivera, C. 2011. Agricultura urbana: Sistemas de implementación de cultivo hidropónicos. Colombia. Revista de investigación, Universidad Nacional de Colombia. Vol. 1. No 4.

García, M. 2013. Cultivos herbáceos intensivos. Universidad de Valladolid. <https://es.scribd.com/document/169802602/Cultivo-de-La-Lechuga>

Gasca. A HJ. 2005. El significado de los escarabajos (Coleoptera: Scarabaeoidea) en una comunidad Uitoto de Leticia, Amazonas (Colombia): Una exploración preliminar a su conocimiento etnoentomológico. Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa 36: 309-315

Gavilán, M. 2015. Manual práctico del cultivo sin suelo e hidroponía Madrid: Mundi-Prensa,

<https://play.google.com/books/reader?id=5NE9CwAAQBAJ&hl=es&pg=GB>



Giaconi, V; Escaff, M. 2004. Cultivo de hortalizas. Santiago de Chile, Chile: Editorial

Universitaria

Gericke, WF. 1937. Hydroponics – Crop production in liquid culture media. Science, 85(2198):177-8.

Goites, E. 2008. Manual de cultivos para la huerta orgánica familiar / Enrique Goites edición literaria a cargo de Janine Schonwald. - 1a ed. - Buenos Aires : Inst. Nacional de Tecnología Agropecuaria - INTA, 136 p. ; 20x28 cm.

[http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento_completo.pdf
f?sequen](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento_completo.pdf?f?sequen)

Gutiérrez, J. 2011. Producción hidropónica de lechuga con y sin recirculación de solución nutritiva. Tesis de Maestría en Ciencias en Horticultura. Instituto de Horticultura, Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma de Chapingo. México. pp. 4-9

Hidropónica Perú E.I.R.L. 2020. Hidropónica Sur Perú. Recuperado el 6 de Enero de 2020, de <https://hidroponia-peru.webnode.pe/>

Servicio Informativo conteniendo la información de importancia para el sector agropecuario. INFOAGRO. 2015.

<http://www.infoagro.com/hortalizas/cultivodelechuga.htm>

Instituto Nacional de Innovación Agraria. INIA. 2018. Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades Oídio en lechuga. Enfermedades de la lechuga. <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/FichasT/NR41194.pdf>

Instituto para la innovación tecnológica en la agricultura. INTAGRI. 2017. La Hidroponía: Cultivos sin Suelo. Serie Horticultura Protegida. Núm. 29. Artículos



Técnicos de INTAGRI. México. 5 p. Extraído de

<https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/la-hidroponia-cultivos-sin-suelo>

Integrated Taxonomic Information System. ITIS 2011. ITIS-North América.

Jaramillo, J; Aguilar, P; Tamayo, P. 2016. Modelo tecnológico para el cultivo de lechuga

bajo buenas prácticas agrícolas en el oriente antioqueño.

<https://es.scribd.com/document/352080037/MANUAL-DEL-CULTIVO-DE-LALECHUGA-pdf>

Jiménez, A. 2015. La Hidroponía como una estrategia de Acción Social en la Escuela de

Estudios Generales de la Universidad de Costa Rica. Revista Estudios(30), 1-30.

<file:///C:/Users/Usuario/Downloads/DialnetLaHidroponiaComoUnaEstrategiaDeAccionSocialEnLaEsc-5466921.pdf>

Jordan, R. 2018. Yield of lettuce grown in hydroponic and aquaponics systems using

different substrate. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.

Agosto, vol. 22, n° 8.

https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-

Kesseli, R., Ochoa, O, Mochelmore, R. 1991. Variation at RFLP loci in *Lactuca* spp. And

origin of cultivated lettuce (*L. sativa*). Genome, 34(3), 430-436.

<https://doi.org/10.1139/g91-065>

Kuepper, G., Bachmann, J; Thomas, R. 2004. Producción Orgánica de Lechugas de

Especialidad y verduras para ensalada. [https://pdfslide.net/education/produccion-](https://pdfslide.net/education/produccion-organica-de-lechugas-de-especialidad-yverduras-para-ensalada.html)

[organica-de-lechugas-de-especialidad-yverduras-para-ensalada.html](https://pdfslide.net/education/produccion-organica-de-lechugas-de-especialidad-yverduras-para-ensalada.html)

Lindqvist, K. 1960. On the origin of cultivated lettuce. Hereditas 46(3-4): 319-350. Doi



- Malca, GO. 2001. Seminario de agronegocios, lechugas hidropónicas (en línea). Lima, Perú, Universidad del Pacífico. 96 p. Consultado 15 mayo. 2012. Disponible en www.upbusiness.net.
- Martínez, G; Lara, A; Padilla, L, Luna, M; Avelar; Llamas, J. 2015. Evaluación técnica y financiera del cultivo de lechuga en invernadero, como alternativa para invierno. Terra Latinoamericana, 33, 251-260.
- http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792015000300251
- Mendoza, A. 2017. cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) hidropónica en sistema recirculante tipo piramidal con tres niveles de aireación, Universidad Nacional de San Agustín Arequipa.
- Miranda, M. 2019. Perú presenta el nivel de riesgo país más bajo de América Latina. Andina.pe.
- <https://andina.pe/agencia/noticia-peru-presenta-nivel-riesgo-pais-masbajo-america-latina-779329.aspx>
- Mou, B; Ryder, E.J. 2004. Relationship between the nutritional value and the head structure of lettuce. Acta Horticulture 637:361-367. doi: 10.17660/ActaHortic.2004.637.45.
- Ortiz, M. 2017. La hidroponía crecerá de la mano de la exportación. redagricola.com. Recuperado el 30 de Diciembre de 2019, de <http://www.redagricola.com/pe/la-hidroponia-crecera-la-mano-laexportacion/>
- Osorio, J., Lobo, M. 2003. Hortalizas. Manual de asistencia técnica No. 28. Instituto Colombiano Agropecuario.



- Pacheco, A. A., & Bastida, T. A. 2011. Agricultura Protegida (Ventajas y desventajas en el uso de Invernaderos). Tecno Agro, 69.
- Palacios, D. 2014. Producción de vegetales empleando la técnica hidropónica flujo lamina de nutrientes (NFT). Te grado. Universidad del Valle. Santiago de Cali. Colombia.
- Pantoja, A, 2014. Una huerta para todos [en línea]. 5.^a ed. Santiago de Chile: [s.n.], <http://www.fao.org/3/a-i3846s.pdf>
- Paredes. E. 1972. Estudio comparativo de 5 variedades de lechuga en tres tuneles de plástico en el distrito de Puno-Perú. Tesis ing Agrónomo Puno – Perú
- Preciado. R. 2001. Fertiirrigación nitrogenada, fosfórica y programa de riego en la producción del cultivo de melón. Tesis. Colegio de Posgraduados. Montecillo, México. 99 pp.
- Quispe. L. 2015. Evaluación de seis variedades de lechuga, cultivadas con el sistema hidropónico re circulante NFT en el centro experimental de Cota Cota
- Ramírez, L. 1973. Prueba comparativa de cultivares de lechuga en dos modalidades de siembra (cultivo primavera). Tesis ing Agrónomo UNALM. Lima 81p.
- Rincón, L. 2004. Pautas para una correcta fertiirrigación de la lechuga iceberg.
- Rulkens, W.H. 1987. Cleaning Soils Contaminated with Heavy Metals. In: De Waal, K.J.A., Van Den Brink, W.J. (eds) Environmental Technology. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-009-3663-8_62
- Saavedra, G. 2017 Manual de producción de lechuga, INIA. Santiago de Chile, Chile
- evaluación de variedades de lechuga en producción estival bajo media sombra.
- Inta.1-



https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_evaluacion_de_variedades_de_lechuga_en_produccion_estival_bajo_media_sombra.pdf

Salazar S, E; Fortis H, M; Vázquez A, A; Vázquez V, C. 2003. Agricultura orgánica.

Sociedad Mexicana de la ciencia del suelo. México, 271 p

Salinas, C. 2013. Introducción de cinco variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*) en el Barrio Santa Fe de la parroquia Atahualpa del Cantón Ambato. (Tesis de Ingeniero Agrónomo). Universidad Técnica de Ambato. Ambato.

Saussure, N. T. 1804. Recherches Chimiques Sur la Végétation, m, Paris, 1804.

Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias, Ministerio de Agricultura y Riego - MINAGRI. Anuario Estadístico de Producción Agrícola y Ganadera. 2018.

<http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=publicaciones/anuario-de-produccionagricola>

Steiner AA. 1980. The Selective Capacity of Plants for Ions and its Importance for the Composition and Treatment of the Nutrient Solution. En Proc. 5th Int. Cong. Soilless Cult.. Wageningen, Holanda. pp. 83-94.

Tapia, M. 1993. Cultivos Hidropónicos. In: Barriga, P. y Neira, M. Cultivos no Tradicionales. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. pp: 181-190.

Turini, S; Cahn, M; Cantwell, M; Jackson, L; Koike, S; Naticwick, E;... Takeke, E. 2011.

Iceberg Lettuce Production in California. University of California, Vegetable Research and Information Center. Oakland, CA, USA.

<https://anrcatalog.ucanr.edu/pdf/7215.pdf>

Ugás, R; Siura, S; Delgado de la Flor, F; Casas, A; Toledo, J. 2000. Hortalizas. Datos básicos. UNALM. Lima-Perú. 202p



Vallejo, F; Estrada, E. 2004. Producción de hortalizas de clima cálido. Recuperado de

<https://books.google.com.pe/books?id=UpyfvNokkroC&printsec=frontcover&dq=Producci>

Vásquez, J. 2015. Evaluación agronómica de cinco variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en tres ciclos de siembra consecutivos, en San Miguel de la Tigua, San Carlos, Alajuela, C.R.

Velasco, O. 2019. 7 tipos de lechugas y cómo usarlas para preparar ensaladas deliciosas y versátiles. directoalpaladar.com. Obtenido de <https://www.directoalpaladar.com.mx/ingredientes-yalimentos/7-tipos-lechugas-como-usarlas-para-preparar-ensaladas-deliciosas-versatiles>

Verdegen, A. 2017. Generación verde. Obtenido de generación verde : <https://generacionverde.com/blog/hidroponia/tipos-de-sistemas-hidroponicos/>

Whitaker, R. & Ryder, A. 1964. La lechuga y su producción. México: Departamento de Agricultura.

Zaldivar, A. 2005. Efecto de diferentes fuentes nitrogenadas sobre el rendimiento de la lechuga (*Lactuca sativa*) en la Molina Tesis ing. Agrónomo UNALM. Lima.

Zarate, M. 2014. Manual de Hidroponia. Instituto de Biología. D.F. México.



ANEXOS

Anexo 1. Datos de inicio de los especímenes tratados con solución de cuy 2021, Puno.

CUY	MASA TOTAL (g)	MASA DE RAÍZ (g)	MASA DE HOJAS (g)	NÚMERO DE HOJAS (u)	ANCHO DE HOJA (cm)	LARGO DE RAÍZ (cm)	LARGO DE HOJA (cm)	LARGO DE TALLO (cm)	LARGO TOTAL (cm)
C1	2.0	-	-	1	0.5	1.0	1.0	3.0	5.0
C2	2.2	-	-	1	0.3	1.3	0.7	2.0	4.0
C3	2.0	-	-	2	0.2	1.0	0.5	2.0	3.5
C4	1.5	-	-	1	0.3	1.5	0.5	2.0	5.0
C5	1.0	-	-	1	0.3	1.0	2.0	2.0	5.0
C6	1.0	-	-	1	0.4	1.0	0.3	3.0	4.3
C7	2.0	-	-	1	0.2	1.0	1.0	2.0	4.0
C8	2.0	-	-	1	0.3	1.0	2.0	2.0	5.0
C9	2.0	-	-	1	0.3	1.0	1.0	3.0	5.0
C10	2.0	-	-	1	0.4	1.5	0.5	2.0	4.0
C11	1.6	-	-	1	0.2	1.2	0.8	3.0	5.0
C12	2.0	-	-	1	0.3	1.0	0.5	3.0	3.5
C13	1.0	-	-	1	0.3	1.0	0.5	2.5	4.0
C14	2.0	-	-	1	0.2	1.0	0.5	2.5	4.0
C15	1.0	-	-	2	0.2	1.0	0.6	2.5	5.0
C16	1.0	-	-	1	0.3	1.5	0.4	2.5	5.0
C17	1.0	-	-	1	0.3	1.0	0.4	3.0	5.4
C18	1.0	-	-	2	0.4	1.0	0.5	2.0	6.0
C19	1.0	-	-	1	0.2	1.0	1.0	2.4	5.0
C20	2.0	-	-	1	0.3	1.0	1.0	2.0	5.0
C21	2.0	-	-	2	0.3	1.0	0.5	1.5	4.5
C22	1.9	-	-	2	0.2	1.5	0.6	2.0	3.5
C23	2.0	-	-	1	0.2	1.0	0.7	2.4	4.0
C24	2.0	-	-	1	0.3	1.0	0.6	2.5	4.0
C25	2.0	-	-	1	0.3	1.0	1.0	2.5	5.0
C26	2.0	-	-	1	0.2	1.0	0.5	2.0	5.0
C27	1.0	-	-	1	0.2	1.0	0.6	2.0	6.0
C28	1.0	-	-	2	0.3	1.0	0.7	2.0	6.0
C29	2.0	-	-	1	0.2	1.0	0.5	3.0	6.0
C30	2.0	-	-	1	0.3	1.0	0.4	2.0	5.0

14 de octubre del 2021

Fuente: propia

Anexo 2. Datos finales de los especímenes tratados con solución de cuy 2021, Puno.

CUY	MASA TOTAL (g)	MASA DE RAÍZ (g)	MASA DE HOJAS (g)	MASA DE TALLO (g)	NÚMERO DE HOJAS (u)	ANCHO DE HOJA (cm)	LARGO DE RAÍZ (cm)	LARGO DE HOJA (cm)	LARGO DE TALLO (cm)	LARGO TOTAL (cm)
C1	38.0	2.0	26.0	3.0	10	9.0	4.0	13.7	7.0	23.7
C2	31.2	3.0	19.7	2.5	6	7.6	4.4	13.9	4.3	22.3
C3	32.9	3.0	26.7	3.2	7	6.0	3.0	14.0	6.0	19.0
C4	18.4	3.0	12.0	3.4	8	7.0	5.0	14.5	7.2	22.1
C5	19.0	3.0	15.0	3.0	9	7.3	3.5	12.5	5.0	17.9
C6	21.2	3.0	15.7	3.2	7	6.9	4.0	13.9	5.0	16.8
C7	20.6	3.0	15.6	2.0	6	6.7	4.5	14.5	6.0	17.0
C8	44.2	4.0	36.0	4,2	7	8.0	3.7	19.1	4.7	25.8
C9	34.0	2.0	24.0	2.0	9	4.37	4.7	14.7	5.4	17.0
C10	61.7	3.0	57.0	2.7	6	8.0	5.0	15.6	6.0	17.5
C11	29.1	2.3	23.8	3.0	7	6.8	4.7	19.0	6.4	18.0
C12	29.0	3.0	22.0	3.0	10	7.2	4.8	19.5	5.0	26.0
C13	37.7	4.0	28.0	3.7	11	8.6	3.9	15.9	5.0	21.4
C14	47.0	3.0	38.5	2.5	15	5.7	4.0	17.0	6.0	25.9
C15	41.8	4.0	38.2	4.6	6	6.9	4.0	16.9	7.0	22.7
C16	57.6	2.0	48.3	4.3	7	7.8	4.6	14.0	6.0	17.0
C17	63.0	2.0	52.0	4.0	8	9.1	4.5	14.3	6.5	22.4
C18	42.5	4.0	37.0	3.5	16	8.7	5.2	20.5	6.0	27.0
C19	62.0	4.0	46.0	3.0	23	9.0	4.5	17.6	4.0	23.8
C20	18.0	3.6	12.0	2.4	17	8.0	4.7	14.0	4.5	24.9
C21	23.0	3.0	17.0	3.0	9	10.0	3.9	21.3	4,6	26.5
C22	35.6	2.0	21.0	2,6	9	9.3	3.5	20.2	7.0	23.0
C23	49.0	2.0	39.0	3.0	8	9.0	3.6	22.0	7.8	24.0
C24	52.5	1.0	37.5	4.0	7	8.2	4.0	22.7	7.6	27.3
C25	82.6	1.0	69.6	3.0	7	9.2	3.0	15.0	6.9	23.5
C26	52.0	2.0	38.0	2.0	8	7.8	4,5	16.4	6.7	18.0
C27	71.7	3.0	56.7	3.0	9	8.1	3.0	18.3	7.5	19.0
C28	34.0	3.0	18.0	3.0	7	7.9	3.0	16.0	6.0	26.7
C29	36.0	3.0	27.0	4.0	14	9.0	3,7	14.8	6.0	26.0
C30	38.0	4.0	25.5	3.5	13	8.4	4,3	14.9	5.7	19.9

Anexo 3. Datos de inicio de los especímenes tratados con solución de cerdo 2021, Puno.

TRATAMIENTO PUERCO	MASA TOTAL (g)	MASA DE RAÍZ (g)	MASA DE HOJAS (g)	MASA DE TALLO (g)	NÚMERO DE HOJAS (u)	ANCHO DE HOJA (cm)	LARGO DE RAÍZ (cm)	LARGO DE HOJA (cm)	LARGO DE TALLO (cm)	LARGO TOTAL (cm)
P1	1.6	-	-	-	1	0.2	1.2	0.7	2.4	3.7
P2	2.0	-	-	-	1	0.3	1.5	0.6	2.0	3.6
P3	1.9	-	-	-	2	0.2	1.0	0.7	2.3	4.0
P4	2.0	-	-	-	1	0.4	1.7	0.5	2.0	4.3
P5	1.0	-	-	-	2	0.2	1.4	0.6	2.0	4.0
P6	1.9	-	-	-	1	0.3	1.0	0.5	2.4	4.0
P7	1.7	-	-	-	1	0.3	1.0	0.7	2.5	4.5
P8	2.3	-	-	-	2	0.4	1.7	1.0	2.4	4.5
P9	2.0	-	-	-	1	0.2	1.6	0.8	2.3	5.0
P10	2.0	-	-	-	1	0.3	1.0	0.5	2.5	4.5
P11	2.1	-	-	-	1	0.3	1.6	1.0	2.6	3.7
P12	2.0	-	-	-	2	0.2	1.0	0.7	3.4	5.0
P13	1.0	-	-	-	2	0.2	1.0	1.0	3.4	4.3
P14	1.9	-	-	-	2	0.3	1.6	1.0	3.0	5.0
P15	1.0	-	-	-	1	0.2	1.5	0.9	1.7	3.6
P16	1.5	-	-	-	2	0.3	1.0	0.8	2.0	4.5
P17	1.0	-	-	-	1	0.3	1.0	0.4	1.8	4.5
P18	1.4	-	-	-	1	0.4	1.6	0.5	1.9	5.0
P19	1.0	-	-	-	1	0.2	1.0	0.6	1.8	4.5
P20	2.0	-	-	-	1	0.3	1.6	1.0	2.5	3.7
P21	1.3	-	-	-	2	0.3	1.0	0.5	2.5	5.0
P22	1.6	-	-	-	2	0.4	1.5	0.7	2.6	4.3
P23	4.0	-	-	-	1	0.2	1.0	0.4	1.9	4.3
P24	1.5	-	-	-	2	0.3	1.0	0.4	1.6	3.6
P25	3.0	-	-	-	1	0.3	1.0	0.5	2.7	5.0
P26	2.0	-	-	-	1	0.3	1.0	0.5	1.7	4.0
P27	2.0	-	-	-	2	0.2	1.5	1.0	1.6	3.5
P28	1.3	-	-	-	1	0.3	1.0	1.0	2.6	3.7
P29	2.0	-	-	-	1	0.3	1.0	0.7	2.4	3.0
P30	1.3	-	-	-	1	0.4	1.0	0.6	2.3	2.8



Anexo 4. Datos finales de los especímenes tratados con solución de cerdo 2021, Puno.

TRATAMIENTO PUERCO	MASA TOTAL (g)	MASA DE RAIZ (g)	MASA DE HOJAS (g)	MASA DE TALLO (g)	NÚMERO DE HOJAS (u)	ANCHO DE HOJA (cm)	LARGO DE RAÍZ (cm)	LARGO DE HOJA (cm)	LARGO DE TALLO (cm)	LARGO TOTAL (cm)
P1	33.5	3.0	23.0	3.5	4	5.0	3.0	11.5	7.0	23.7
P2	28.5	2.5	16.5	2.5	6	6.0	2.5	10.6	7.3	22.3
P3	20.0	3.0	13.0	2.0	6	6.1	2.6	9.9.0	6.5	19.0
P4	19.5	3.0	11.0	1.5	5	5.0	23.3	13.0	7.2	22.1
P5	15.9	3.0	12.3	3.5	4	7.4	3.0	12.5	5.9	17.9
P6	28.7	3.0	18.2	2.7	5	6.0	3.3	11.0	14.7	16.8
P7	19.0	3.0	11.0	2.0	9	6.3	3.5	14.9	16.4	17.0
P8	18.0	3.4	13.0	3.0	4	6.0	3.0	13.1	13.3	16.8
P9	29.0	3.5	12.0	3.0	9	6.7	4.0	12.0	15.4	17.0
P10	19.5	3.0	13.1	3.4	6	5.0	3.7	13.7	13.7	17.5
P11	19.0	2.0	9.0	3.1	7	6.0	3.0	16.0	8.7	18.0
P12	20.5	3.3	13.2	1.0	9	5.4	3.0	7.0	15.0	20.0
P13	27.2	2.5	13.7	1.0	8	6.4	2.5	14.2	7.0	21.4
P14	36.0	3.0	16.6	2.4	11	7.4	2.6	15.0	16.0	25.9
P15	38.5	4.0	17.0	2.5	7	5.0	3.0	14.0	15.7	22.7
P16	31.0	2.0	17.0	3.5	7	6.0	3.4	14.0	14.3	17.0
P17	29.9	2.5	16.0	1.4	8	5.0	4.0	14.3	16.5	22.4
P18	41.0	3.0	16.0	2.0	9	5.3	2.5	11.9	9.9	22.0
P19	32.0	2.5	17.0	2.5	14	7.0	3.2	17.6	9.7	23.8
P20	34.3	4.0	16.0	1.3	13	7.2	3.6	14.0	15.5	24.9
P21	29.0	3.0	14.4	1.6	7	6.3	3.0	15.0	16.6	25.5
P22	28.4	2.0	15.0	1.4	9	4.1	3.4	16.0	11.4	23.0
P23	29.0	2.0	16.0	1.0	10	7.0	3.0	17.3	7.8	24.0
P24	36.9	1.9	23.5	1.5	7	3.0	2.3	12.6	9.6	23.0
P25	26.7	1.0	13.0	2.7	6	6.6	3.5	15.0	10.9	23.5
P26	20.0	2.0	10.0	3.0	7	3.9	2.9	12.4	6.7	18.0
P27	27.0	3.0	15.2	2.8	9	4.8	3.0	13.3	7.5	19.0
P28	25.7	3.0	15.0	2.7	7	3.8	3.1	13.0	6.8	26.7
P29	32.0	3.5	14.5	1.0	8	4.9	3.0	12.0	7.0	26.0
P30	37.0	3.0	15.6	1.4	9	4.0	3.0	14.5	8.7	19.9

Anexo 5. Tubos PVC adecuados para el diseño propuesto 2021, Puno.



Anexo 6. Adecuación de tuvo PVC 2021, Puno.



Anexo 7. Diseño hidropónico vertical en construcción 2021, Puno.



Anexo 8. Diseños hidropónicos verticales en funcionamiento 2021, Puno.



Anexo 9. Medición de hojas a los 17 días 2021, Puno.



Anexo 10. En proceso de oxigenación de las soluciones 2021, Puno.



Anexo 11. Tomando datos de las soluciones a los 34 días 2021, Puno.



Anexo 12. Lechuga desarrollada con solución de cuy 2021, Puno



Anexo 13. Lechuga desarrollada con solución de cuy lista para la cosecha 2021, Puno.



Anexo 14. Soluciones a los 68 días 2021, Puno.



Anexo 15. Medición de biomasa total de lechuga desarrollada con solución de cerdo 2021, Puno.



Anexo 16. Medición de biomasa total de lechuga desarrollada con solución de cuy 2021,
Puno.





Anexo 17. Control de lechuga 2021, Puno.

# DE PLÁNTA	TALLO (cm)	HOJAS (cm)	RAÍZ (cm)	# HOJAS	PH	OD	CE	TDS	PSL	T	HORA	FECHA	TRATAMIENTO
C3	2.00	0.50	1.00	2	8.45	0.49	2020	1011	1.04	17.85	1:00p.m.	14/10/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C5	2.00	2.00	1.00	1	8.45	0.49	2018	1010	1.04	17.89	1:00p.m.	14/10/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C6	3.00	0.30	1.00	1	8.45	0.49	2020	1010	1.04	17.89	1:00p.m.	14/10/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C7	2.00	1.00	1.00	1	8.45	0.49	2020	1010	1.04	17.89	1:00p.m.	14/10/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C12	3.00	0.50	1.00	1	8.45	0.49	2020	1010	1.04	17.89	1:00p.m.	14/10/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C13	2.50	0.50	1.00	1	8.45	0.49	2020	1010	1.04	17.89	1:00p.m.	14/10/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C15	2.50	0.60	1.00	2	8.45	0.49	2020	1010	1.04	17.89	1:00p.m.	14/10/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C17	3.00	0.40	1.50	1	8.45	0.49	2020	1010	1.04	17.89	1:00p.m.	14/10/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C18	2.00	0.50	1.00	2	8.45	0.49	2020	1010	1.04	17.89	1:00p.m.	14/10/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C20	2.00	1.00	1.00	1	8.45	0.49	2020	1010	1.04	17.89	1:00p.m.	14/10/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C21	1.50	0.50	1.00	2	8.45	0.49	2020	1010	1.04	17.89	1:00p.m.	14/10/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C22	2.00	0.60	1.50	2	8.45	0.49	2020	1010	1.04	17.89	1:00p.m.	14/10/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C24	2.50	0.60	1.00	1	8.45	0.49	2020	1010	1.04	17.89	1:00p.m.	14/10/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C28	2.00	0.70	1.00	2	8.45	0.49	2020	1010	1.04	17.89	1:00p.m.	14/10/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C29	3.00	0.50	1.00	1	8.45	0.49	2020	1010	1.04	17.89	1:00p.m.	14/10/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C30	2.00	0.40	1.00	1	8.45	0.49	2020	1010	1.04	17.89	1:00p.m.	14/10/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
P1	2.40	0.70	1.20	1	8.71	0.49	1759	881	0.91	17.91	1:00p.m.	14/10/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P2	2.00	0.60	1.50	1	8.81	0.49	1760	882	0.9	17.91	1:00p.m.	14/10/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P5	2.00	0.60	1.40	2	8.81	0.49	1760	882	0.9	17.91	1:00p.m.	14/10/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P7	2.50	0.70	1.00	1	8.81	0.49	1760	882	0.9	17.91	1:00p.m.	14/10/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P10	2.50	0.50	1.00	1	8.81	0.49	1760	882	0.9	17.91	1:00p.m.	14/10/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P12	3.40	0.70	1.00	2	8.81	0.49	1760	882	0.9	17.91	1:00p.m.	14/10/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P13	3.40	1.00	1.00	2	8.81	0.49	1760	882	0.9	17.91	1:00p.m.	14/10/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P14	3.00	1.00	1.60	2	8.81	0.49	1760	882	0.9	17.91	1:00p.m.	14/10/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P15	1.70	0.90	1.50	1	8.81	0.49	1760	882	0.9	17.91	1:00p.m.	14/10/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P21	2.50	0.50	1.00	2	8.81	0.49	1760	882	0.9	17.91	1:00p.m.	14/10/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P22	2.60	0.70	1.50	2	8.81	0.49	1760	882	0.9	17.91	1:00p.m.	14/10/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P23	1.90	0.40	1.00	1	8.81	0.49	1760	882	0.9	17.91	1:00p.m.	14/10/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P25	2.70	0.50	1.00	1	8.81	0.49	1760	882	0.9	17.91	1:00p.m.	14/10/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P26	1.70	0.50	1.00	1	8.81	0.49	1760	882	0.9	17.91	1:00p.m.	14/10/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P27	1.60	1.00	1.50	2	8.81	0.49	1760	882	0.9	17.91	1:00p.m.	14/10/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P28	2.60	1.00	1.00	1	8.81	0.49	1760	882	0.9	17.91	1:00p.m.	14/10/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
C5	3.50	1.90	2.30	3	7.53	0.4	2031	1016	1.2	20.31	1:00p.m.	31/10/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C6	3.40	2.30	2.40	4	7.53	0.41	2031	1017	1.2	20.31	1:00p.m.	31/10/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C8	2.90	2.00	2.00	3	7.53	0.41	2031	1017	1.2	20.31	1:00p.m.	31/10/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)



C10				3	7.53	0.41	2031	1017	1.2	20.31	1:00p.m.	31/10/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C12	3.40	2.30	2.60	3	7.53	0.41	2031	1017	1.2	20.31	1:00p.m.	31/10/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C13	3.20	2.20	2.60	4	7.53	0.41	2031	1017	1.2	20.31	1:00p.m.	31/10/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C14	3.60	2.50	2.50	4	7.53	0.41	2031	1017	1.2	20.31	1:00p.m.	31/10/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C15	3.20	2.60	2.00	3	7.53	0.41	2031	1017	1.2	20.31	1:00p.m.	31/10/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C16	3.30	2.90	2.00	3	7.53	0.41	2031	1017	1.2	20.31	1:00p.m.	31/10/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C17	3.50	3.20	2.30	3	7.53	0.41	2031	1017	1.2	20.31	1:00p.m.	31/10/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C20	3.40	3.30	2.70	4	7.53	0.41	2031	1017	1.2	20.31	1:00p.m.	31/10/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C22	3.40	3.20	2.80	5	7.53	0.41	2031	1017	1.2	20.31	1:00p.m.	31/10/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C24	4.00	3.50	2.80	5	7.53	0.41	2031	1017	1.2	20.31	1:00p.m.	31/10/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C25	3.20	2.90	2.50	4	7.53	0.41	2031	1017	1.2	20.31	1:00p.m.	31/10/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C29	3.20	3.40	2.60	3	7.53	0.41	2031	1017	1.2	20.31	1:00p.m.	31/10/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C30	3.50	3.60	2.00	4	7.53	0.41	2031	1017	1.2	20.31	1:00p.m.	31/10/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
P3	3.10	3.50	2.70	2	7.29	0.39	2336	1198	1.29	23.21	1:00p.m.	31/10/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P4	2.70	2.80	2.30	2	7.29	0.39	2339	1197	1.29	23.21	1:00p.m.	31/10/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P6	2.80	2.70	2.00	2	7.29	0.39	2339	1198	1.29	23.21	1:00p.m.	31/10/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P7	2.70	3.10	2.00	2	7.29	0.39	2339	1198	1.29	23.21	1:00p.m.	31/10/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P9	2.90	2.40	2.40	2	7.29	0.39	2339	1198	1.29	23.21	1:00p.m.	31/10/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P10	3.00	2.60	2.40	3	7.29	0.39	2339	1198	1.29	23.21	1:00p.m.	31/10/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P11	2.80	3.20	2.50	2	7.29	0.39	2339	1198	1.29	23.21	1:00p.m.	31/10/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P17	2.90	2.60	2.30	3	7.29	0.39	2339	1198	1.29	23.21	1:00p.m.	31/10/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P18	3.00	2.80	2.00	3	7.29	0.39	2339	1198	1.29	23.21	1:00p.m.	31/10/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P18	3.00	2.60	1.90	7	7.29	0.39	2339	1198	1.29	23.21	1:00p.m.	31/10/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P21	3.00	2.70	1.70	2	7.29	0.39	2339	1198	1.29	23.21	1:00p.m.	31/10/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P23	3.00	2.70	1.70	3	7.29	0.39	2339	1198	1.29	23.21	1:00p.m.	31/10/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P24	3.00	2.60	1.80	3	7.29	0.39	2339	1198	1.29	23.21	1:00p.m.	31/10/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P24	2.80	2.50	1.90	3	7.29	0.39	2339	1198	1.29	23.21	1:00p.m.	31/10/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P26	2.90	2.90	2.00	3	7.29	0.39	2339	1198	1.29	23.21	1:00p.m.	31/10/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P27	2.90	2.60	2.00	3	7.29	0.39	2339	1198	1.29	23.21	1:00p.m.	31/10/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P29	2.90	2.60	2.00	3	7.29	0.39	2339	1198	1.29	23.21	1:00p.m.	31/10/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P30	3.00	3.20	2.00	3	7.29	0.39	2339	1198	1.29	23.21	1:00p.m.	31/10/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
C2	3.20	3.10	2.00	5	8.1	0.43	1872	1016	1.03	16.23	11:00a.m.	19/11/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C3	3.40	5.60	3.10	4	8.1	0.43	1872	1016	1.03	16.23	11:00a.m.	19/11/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C4	4.00	5.50	3.00	6	8.1	0.43	1872	1016	1.03	16.23	11:00a.m.	19/11/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C5	4.30	6.60	3.10	5	8.1	0.43	1872	1016	1.03	16.23	11:00a.m.	19/11/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C9	3.70	5.00	3.20	4	8.1	0.43	1872	1016	1.03	16.23	11:00a.m.	19/11/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C11	3.50	5.00	3.20	4	8.1	0.43	1872	1016	1.03	16.23	11:00a.m.	19/11/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C12	3.60	5.80	3.40	4	8.1	0.43	1872	1016	1.03	16.23	11:00a.m.	19/11/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C12	3.60	7.00	3.20	4	8.1	0.43	1872	1016	1.03	16.23	11:00a.m.	19/11/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C13	4.00	8.00	3.40	5	8.1	0.43	1872	1016	1.03	16.23	11:00a.m.	19/11/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C14	3.90	7.00	4.00	7	8.1	0.43	1872	1016	1.03	16.23	11:00a.m.	19/11/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)



C15				6	8.1	0.43	1872	1016	1.03	16.23	11:00a.m.	19/11/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C17	4.00	6.00	3.60	5	8.1	0.43	1872	1016	1.03	16.23	11:00a.m.	19/11/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C21	3.90	9.00	3.40	7	8.1	0.43	1872	1016	1.03	16.23	11:00a.m.	19/11/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C23	3.60	9.00	3.20	5	8.1	0.43	1872	1016	1.03	16.23	11:00a.m.	19/11/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C25	3.60	7.60	3.30	5	8.1	0.43	1872	1016	1.03	16.23	11:00a.m.	19/11/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C28	3.60	7.50	3.20	6	8.1	0.43	1872	1016	1.03	16.23	11:00a.m.	19/11/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C29	4.00	7.50	3.50	6	8.1	0.43	1872	1016	1.03	16.23	11:00a.m.	19/11/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
P1	4.10	8.00	3.40	9	8.1	0.43	1872	1016	1.03	16.23	11:00a.m.	19/11/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
P5	3.90	4.30	2.60	3	8.13	0.38	2436	1243	1.33	18.61	11:30a.m.	19/11/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P6	4.00	4.50	2.60	4	8.13	0.37	2436	1243	1.33	18.61	11:30am.	19/11/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P8	3.50	4.30	2.50	4	8.13	0.37	2436	1243	1.33	18.61	11:30a.m.	19/11/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P11	3.60	5.00	2.70	3	8.13	0.37	2436	1243	1.33	18.61	11:30am.	19/11/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P12	4.30	5.20	2.80	4	8.13	0.37	2436	1243	1.33	18.61	11:30a.m.	19/11/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P13	3.00	5.30	2.70	3	8.13	0.37	2436	1243	1.33	18.61	11:30am.	19/11/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P14	3.80	5.20	3.10	3	8.13	0.37	2436	1243	1.33	18.61	11:30a.m.	19/11/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P15	4.00	4.90	2.80	4	8.13	0.37	2436	1243	1.33	18.61	11:30am.	19/11/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P20	4.30	4.90	2.80	4	8.13	0.37	2436	1243	1.33	18.61	11:30a.m.	19/11/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P21	3.00	4.60	3.00	4	8.13	0.37	2436	1243	1.33	18.61	11:30am.	19/11/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P22	4.00	4.80	3.00	5	8.13	0.37	2436	1243	1.33	18.61	11:30a.m.	19/11/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P23	4.00	5.00	2.90	5	8.13	0.37	2436	1243	1.33	18.61	11:30am.	19/11/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P24	3.70	5.30	3.20	5	8.13	0.37	2436	1243	1.33	18.61	11:30a.m.	19/11/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P26	3.80	4.50	2.30	4	8.13	0.37	2436	1243	1.33	18.61	11:30am.	19/11/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P27	3.90	5.00	2.80	4	8.13	0.37	2436	1243	1.33	18.61	11:30a.m.	19/11/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
C2	3.70	5.60	2.90	4	8.13	0.37	2436	1243	1.33	18.61	11:30am.	19/11/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
C3	4.00	9.00	4.00	6	7.55	0.47	2017	1012	1.04	17.35	11:30a.m.	08/12/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C5	4.40	9.70	3.00	6	7.55	0.47	2017	1012	1.04	17.35	10:00a.m.	08/12/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C6	4.00	9.60	4.00	8	7.55	0.47	2017	1012	1.04	17.35	10:00am.	08/12/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C7	4.30	10.00	3.30	6	7.55	0.47	2017	1012	1.04	17.35	10:00a.m.	08/12/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C10	5.00	11.00	4.00	6	7.55	0.47	2017	1012	1.04	17.35	10:00am.	08/12/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C16	5.00	12.00	4.00	6	7.55	0.47	2017	1012	1.04	17.35	10:00a.m.	08/12/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C19	5.00	11.00	4.00	7	7.55	0.47	2017	1012	1.04	17.35	10:00am.	08/12/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C20	3.30	11.50	4.50	18	7.55	0.47	2017	1012	1.04	17.35	10:00a.m.	08/12/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C22	4.00	12.50	4.00	15	7.55	0.47	2017	1012	1.04	17.35	10:00am.	08/12/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C23	5.00	14.50	3.00	9	7.55	0.47	2017	1012	1.04	17.35	10:00a.m.	08/12/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C25	5.00	11.00	3.30	8	7.55	0.47	2017	1012	1.04	17.35	10:00am.	08/12/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C26	5.40	12.00	2.60	7	7.55	0.47	2017	1012	1.04	17.35	10:00a.m.	08/12/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C27	5.40	12.00	4.00	8	7.55	0.47	2017	1012	1.04	17.35	10:00am.	08/12/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C29	6.00	15.00	2.70	8	7.55	0.47	2017	1012	1.04	17.35	10:00a.m.	08/12/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
	5.00	9.50	3.50	12	7.55	0.47	2017	1012	1.04	17.35	10:00am.	08/12/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)



C30				12	7.55	0.47	2017	1012	1.04	17.35	10:00a.m.	08/12/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
P1	5.50	11.50	4.00	4	7.81	0.38	2536	1268	1.29	19.51	11:00a.m.	08/12/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P2	5.70	7.40	2.50	4	7.81	0.38	2536	1268	1.29	19.51	11:00a.m.	08/12/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P3	5.70	5.00	2.50	4	7.81	0.38	2536	1268	1.29	19.51	11:00a.m.	08/12/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P4	5.70	7.50	2.50	4	7.81	0.38	2536	1268	1.29	19.51	11:00a.m.	08/12/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P10	6.00	10.00	2.80	4	7.81	0.38	2536	1268	1.29	19.51	11:00a.m.	08/12/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P11	10.00	8.90	2.90	4	7.81	0.38	2536	1268	1.29	19.51	11:00a.m.	08/12/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P15	7.70	8.80	2.50	5	7.81	0.38	2536	1268	1.29	19.51	11:00a.m.	08/12/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P16	13.00	7.80	2.70	5	7.81	0.38	2536	1268	1.29	19.51	11:00a.m.	08/12/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P17	6.50	8.50	3.00	6	7.81	0.38	2536	1268	1.29	19.51	11:00a.m.	08/12/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P18	11.70	10.70	3.00	7	7.81	0.38	2536	1268	1.29	19.51	11:00a.m.	08/12/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P19	8.80	7.80	2.30	7	7.81	0.38	2536	1268	1.29	19.51	11:00a.m.	08/12/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P21	8.00	9.00	2.50	7	7.81	0.38	2536	1268	1.29	19.51	11:00a.m.	08/12/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P22	11.00	9.70	2.50	5	7.81	0.38	2536	1268	1.29	19.51	11:00a.m.	08/12/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P23	9.00	10.30	3.00	7	7.81	0.38	2536	1268	1.29	19.51	11:00a.m.	08/12/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P24	8.50	10.00	2.70	5	7.81	0.38	2536	1268	1.29	19.51	11:00a.m.	08/12/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P25	7.00	10.70	2.00	5	7.81	0.38	2536	1268	1.29	19.51	11:00a.m.	08/12/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
C1	8.90	11.00	2.80	5	7.81	0.38	2536	1268	1.29	19.51	11:00a.m.	08/12/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
C3	7.00	13.70	4.00	10	7.53	0.4	2031	1014	1.03	15.45	10:00a.m.	20/12/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C4	6.00	14.00	3.00	7	7.53	0.4	2031	1014	1.03	15.45	10:00a.m.	20/12/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C5	7.20	14.50	5.00	8	7.53	0.4	2031	1014	1.03	15.45	10:00a.m.	20/12/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C10	5.00	12.50	3.50	9	7.53	0.4	2031	1014	1.03	15.45	10:00a.m.	20/12/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C11	6.00	15.60	5.00	6	7.53	0.4	2031	1014	1.03	15.45	10:00a.m.	20/12/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C12	6.40	19.00	4.70	7	7.53	0.4	2031	1014	1.03	15.45	10:00a.m.	20/12/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C15	5.00	19.50	4.80	10	7.53	0.4	2031	1014	1.03	15.45	10:00a.m.	20/12/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C16	7.00	16.90	4.00	6	7.53	0.4	2031	1014	1.03	15.45	10:00a.m.	20/12/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C17	6.00	14.00	4.60	7	7.53	0.4	2031	1014	1.03	15.45	10:00a.m.	20/12/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C20	6.50	17.30	4.50	8	7.53	0.4	2031	1014	1.03	15.45	10:00a.m.	20/12/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C22	4.50	14.00	4.70	17	7.53	0.4	2031	1014	1.03	15.45	10:00a.m.	20/12/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C25	7.00	20.20	3.50	9	7.53	0.4	2031	1014	1.03	15.45	10:00a.m.	20/12/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C27	6.90	15.00	3.00	7	7.53	0.4	2031	1014	1.03	15.45	10:00a.m.	20/12/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C29	7.50	18.30	3.00	9	7.53	0.4	2031	1014	1.03	15.45	10:00a.m.	20/12/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
C30	6.00	14.80	3.70	14	7.53	0.4	2031	1014	1.03	15.45	10:00a.m.	20/12/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
P1	5.70	14.90	4.30	13	7.53	0.4	2031	1014	1.03	15.45	10:00a.m.	20/12/2021	(<i>Cavia porcellus</i>)
P2	5.80	8.00	2.70	5	7.38	0.42	1956	1134	0.98	17.23	12:00a.m.	20/12/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P3	6.00	5.60	2.50	5	7.38	0.42	1056	1134	0.98	17.23	12:00a.m.	20/12/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P7	6.00	8.00	2.50	4	7.38	0.42	156	1134	0.98	17.23	12:00a.m.	20/12/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P10	12.80	11.00	3.00	7	7.38	0.42	-744	1134	0.98	17.23	12:00a.m.	20/12/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
	11.80	11.00	3.30	5	7.38	0.42	-1644	1134	0.98	17.23	12:00a.m.	20/12/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)



P12	10.00	6.40	3.00	9	7.38	0.42	-2544	1134	0.98	17.23	12:00a.m.	20/12/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P14	9.30	11.90	2.60	9	7.38	0.42	-3444	1134	0.98	17.23	12:00a.m.	20/12/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P16	12.40	12.00	3.00	6	7.38	0.42	-4344	1134	0.98	17.23	12:00a.m.	20/12/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P17	7.10	10.00	3.50	7	7.38	0.42	-5244	1134	0.98	17.23	12:00a.m.	20/12/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P20	11.30	11.00	3.30	9	7.38	0.42	-6144	1134	0.98	17.23	12:00a.m.	20/12/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P22	9.50	12.00	3.30	8	7.38	0.42	-7044	1134	0.98	17.23	12:00a.m.	20/12/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P23	8.70	12.20	3.00	7	7.38	0.42	-7944	1134	0.98	17.23	12:00a.m.	20/12/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P25	8.90	11.80	3.00	6	7.38	0.42	-8844	1134	0.98	17.23	12:00a.m.	20/12/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P26	6.00	9.00	2.50	6	7.38	0.42	-9744	1134	0.98	17.23	12:00a.m.	20/12/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P27	7.00	9.30	2.90	8	7.38	0.42	-	1134	0.98	17.23	12:00a.m.	20/12/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P28	6.50	9.40	3.00	6	7.38	0.42	10644	1134	0.98	17.23	12:00a.m.	20/12/2021	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P2	6.00	8.80	2.50	6	7.68	0.51	11544	1032	1.18	25.42	11:00a.m.	15/01/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P5	6.30	11.40	3.00	4	7.68	0.51	2142	1032	1.18	25.42	11:00a.m.	15/01/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P6	13.00	9.90	3.00	5	7.68	0.51	2142	1032	1.18	25.42	11:00a.m.	15/01/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P7	15.20	11.80	3.40	7	7.68	0.51	2142	1032	1.18	25.42	11:00a.m.	15/01/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P10	12.30	11.60	3.50	5	7.68	0.51	2142	1032	1.18	25.42	11:00a.m.	15/01/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P11	8.00	13.50	3.00	6	7.68	0.51	2142	1032	1.18	25.42	11:00a.m.	15/01/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P15	13.40	11.30	3.00	7	7.68	0.51	2142	1032	1.18	25.42	11:00a.m.	15/01/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P16	13.00	12.80	3.40	6	7.68	0.51	2142	1032	1.18	25.42	11:00a.m.	15/01/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P20	12.80	11.70	3.60	10	7.68	0.51	2142	1032	1.18	25.42	11:00a.m.	15/01/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P22	10.50	12.80	3.40	8	7.68	0.51	2142	1032	1.18	25.42	11:00a.m.	15/01/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P25	9.00	12.20	3.50	6	7.68	0.51	2142	1032	1.18	25.42	11:00a.m.	15/01/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P26	6.00	9.90	2.90	6	7.68	0.51	2142	1032	1.18	25.42	11:00a.m.	15/01/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P27	7.00	10.00	3.00	8	7.68	0.51	2142	1032	1.18	25.42	11:00a.m.	15/01/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P28	6.50	10.00	3.10	7	7.68	0.51	2142	1032	1.18	25.42	11:00a.m.	15/01/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P29	6.60	9.80	3.00	8	7.68	0.51	2142	1032	1.18	25.42	11:00a.m.	15/01/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P30	8.50	12.30	3.00	9	7.68	0.51	2142	1032	1.18	25.42	11:00a.m.	15/01/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P1	6.30	10.60	2.70	4	7.78	0.49	2363	1278	1.39	2833	12:00a.m.	01/02/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P2	7.00	10.00	2.50	6	7.78	0.49	2363	1278	1.39	2833	12:00a.m.	01/02/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P6	13.50	10.10	3.20	5	7.78	0.49	2363	1278	1.39	2833	12:00a.m.	01/02/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P7	15.60	12.00	3.40	8	7.78	0.49	2363	1278	1.39	2833	12:00a.m.	01/02/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P8	12.70	12.00	2.70	4	7.78	0.49	2363	1278	1.39	2833	12:00a.m.	01/02/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P9	15.40	10.90	3.80	9	7.78	0.49	2363	1278	1.39	2833	12:00a.m.	01/02/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P11	8.50	13.70	3.00	7	7.78	0.49	2363	1278	1.39	2833	12:00a.m.	01/02/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P12	13.50	6.50	3.00	9	7.78	0.49	2363	1278	1.39	2833	12:00a.m.	01/02/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P18	9.00	11.00	2.50	8	7.78	0.49	2363	1278	1.39	2833	12:00a.m.	01/02/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P19	8.30	15.70	3.00	11	7.78	0.49	2363	1278	1.39	2833	12:00a.m.	01/02/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P20	14.50	12.60	3.00	11	7.78	0.49	2363	1278	1.39	2833	12:00a.m.	01/02/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)



P21	16.50	13.00	3.00	7	7.78	0.49	2363	1278	1.39	2833	12:00a.m.	01/02/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P22	11.00	14.50	3.30	8	7.78	0.49	2363	1278	1.39	2833	12:00a.m.	01/02/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P23	7.50	16.40	3.00	9	7.78	0.49	2363	1278	1.39	2833	12:00a.m.	01/02/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P24	7.00	11.90	2.30	7	7.78	0.49	2363	1278	1.39	2833	12:00a.m.	01/02/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P25	9.20	13.50	3.40	6	7.78	0.49	2363	1278	1.39	2833	12:00a.m.	01/02/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P2	7.30	10.60	2.50	6	8.12	0.47	2259	1144	1.28	2236	11:00a.m.	19/02/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P3	6.50	9.90	2.60	6	8.12	0.47	2259	1144	1.28	2236	11:00a.m.	19/02/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P5	5.90	12.50	3.00	4	8.12	0.47	2259	1144	1.28	2236	11:00a.m.	19/02/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P6	14.70	11.00	3.30	5	8.12	0.47	2259	1144	1.28	2236	11:00a.m.	19/02/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P7	16.40	14.90	3.50	9	8.12	0.47	2259	1144	1.28	2236	11:00a.m.	19/02/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P10	13.70	13.70	3.70	6	8.12	0.47	2259	1144	1.28	2236	11:00a.m.	19/02/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P11	8.70	16.00	3.00	7	8.12	0.47	2259	1144	1.28	2236	11:00a.m.	19/02/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P15	15.70	14.00	3.00	7	8.12	0.47	2259	1144	1.28	2236	11:00a.m.	19/02/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P16	14.30	14.00	3.40	7	8.12	0.47	2259	1144	1.28	2236	11:00a.m.	19/02/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P19	9.70	17.60	3.20	14	8.12	0.47	2259	1144	1.28	2236	11:00a.m.	19/02/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P20	15.50	14.00	3.00	13	8.12	0.47	2259	1144	1.28	2236	11:00a.m.	19/02/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P22	11.40	16.00	3.40	9	8.12	0.47	2259	1144	1.28	2236	11:00a.m.	19/02/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P23	7.80	17.30	3.00	10	8.12	0.47	2259	1144	1.28	2236	11:00a.m.	19/02/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P25	10.90	15.00	3.50	6	8.12	0.47	2259	1144	1.28	2236	11:00a.m.	19/02/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P26	6.70	12.40	2.40	7	8.12	0.47	2259	1144	1.28	2236	11:00a.m.	19/02/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)
P27	7.50	13.30	3.00	9	8.12	0.47	2259	1144	1.28	2236	11:00a.m.	19/02/2022	(<i>Sus scrofa domesticus</i>)



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
Dirección de Responsabilidad Social
Oficina de Gestión Ambiental

CONSTANCIA DE INVESTIGACION PRE-GRADO

EL JEFE DE LA OFICINA DE GESTIÓN AMBIENTAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, HACE CONSTAR:

QUE LA Srta. IVET ALEXANDRA GUTIERREZ ITURRY, IDENTIFICADO CON DNI N° 70296980, TESISTA DE LA FACULTAD DE BIOLOGÍA, ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA, PROGRAMA ACADÉMICO DE ECOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, REALIZÓ INVESTIGACIÓN DE TESIS TITULADO: "PRODUCCIÓN HIDROPÓNICA VERTICAL DE LECHUGA (*Lactuca sativa*) UTILIZANDO ABONO DE CUY (*Cavia porcellus*) y CERDO (*Sus scrofa domestica*) EN CONDICIONES CONTROLADAS", EN EL INVERNADERO DE INVESTIGACIÓN FORMATIVA AMBIENTAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO, OFICINA DE GESTIÓN AMBIENTAL, DESDE SETIEMBRE DEL 2021 HASTA FEBRERO DEL 2022, POR UN PERIODO DE (06) SEIS MESES.

SE EXPIDE EL PRESENTE DOCUMENTO A SOLICITUD DE LA INTERESADA PARA LOS FINES QUE CONSIDERE CONVENIENTE.

PUNO, 07 DE MARZO DEL 2022.



Dra. Angel Canales Gutiérrez
JEFE OCGAS UNA-PUNO

E-MAIL: ogestion@unap.edu.pe
Ciudad Universitaria

TELÉFONO: 951592123
931366979



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Jvet Alexander Gutierrez Iturry,
identificado con DNI 70296980 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Biología

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

"Producción hidropónica vertical de lechuga (Lactuca sativa) utilizando abono de cuy (Cavia porcellus) y cerdo (Sus scrofa domestica) en condiciones controladas"

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 26 de septiembre del 2023


FIRMA (obligatoria)



Huella



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Jvet Alexandra Gutierrez Iturry,
identificado con DNI 70296980 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Biología

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

"Producción hidropónica vertical de lechuga (Lactuca sativa)
utilizando abono de cuy (Cavia porcellus) y cerdo
(Sus scrofa domestica) en condiciones controladas"

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 26 de septiembre del 2023


FIRMA (obligatoria)



Huella