

57

**FORMATO N° 03**

**ACTA DE SUSTENTACION O APROBACION DE UNA DE LAS MODALIDADES DE TITULACION**

En la Ciudad Universitaria "Común Era"; auditorio de la Facultad DE CIENCIAS AGRARIAS, a los 15 días del mes de Enero del año 2014 a horas 11:00 am, se reunieron; el Jurado Calificador, conformado de la siguiente manera:

- PRESIDENTE : Dr. David, RUIZ VÍLCHEZ
- SECRETARIO : Ing. Mg.sc Marino BAUTISTA VARGAS
- VOCAL : Ing. Jesús Antonio JAIME PIÑAS

Designados con resolución N° 476-2013C.F.-FCA-UNH; del: proyecto de investigación o examen de capacidad o informe técnico u otros. Titulado: "EVALUACIÓN DE CULTIVO DEL CULTIVO DE LA LECHUGA (Lactuca sativa L) VARIEDAD BOSTON ASOCIADO CON AZOLLA sspp MAS GUANO DE ISLA EN CULTIVO HIDROPÓNICO EN DISTRITO DE LIRCAY-ANGARAES-HUANCAVELICA."Proyecto de investigación o examen de capacidad o informe técnico u cuyo autor es.

BACHILLER Olga, MOROCHO ANCALLE

A fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación del: proyecto de investigación

Finalizado la evaluación; se invitó al público presente y al sustentante abandonar el recinto; y, luego de una ampliadeliberación por parte del jurado, se llegó al siguiente el resultado:

APROBADO POR  MAYORÍA

DESAPROBADO

En conformidad a lo actuado firmamos al pie.

  
 \_\_\_\_\_  
 Dr. David, RUIZ VÍLCHEZ  
 PRESIDENTE

  
 \_\_\_\_\_  
 Ing. Mg.sc Marino BAUTISTA VARGAS  
 SECRETARIO

  
 \_\_\_\_\_  
 Ing. Jesús Antonio JAIME PIÑAS  
 VOCAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA  
(Creada por Ley N° 25265)



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

TESIS

Evaluación del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.)  
Variedad Boston asociado con *Azolla* spp mas guano de isla  
en cultivo hidropónico en el distrito de Lircay  
Angaraes - Huancavelica.

LINEA DE INVESTIGACIÓN  
SUELO

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERA AGRÓNOMO

PRESENTADO POR EL BACHILLER:  
OLGA MOROCHO ANCALLE

HUANCAMELICA, ENERO 2014

SS

**ASESOR : Dr. Gregorio José Arone Gaspar**

A mis padres; hermanos. Por apoyarme desinteresadamente en la culminación de mi Informe de Tesis que será de mucha utilidad para mi vida profesional.

## AGRADECIMIENTO

**A:**

- Dios, por iluminarme y darme la sabiduría y guía espiritual.
- A la Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ciencias Agraria por brindarme la oportunidad de optar el Título Profesional de Ingeniera Agrónomo.
- Dr. Gregorio José Arone Gaspar, de la Universidad Nacional de Huancavelica, por la asesoría en la ejecución y culminación del presente trabajo de investigación.
- A los miembros del jurado calificador por las observaciones atinadas en la elaboración del informe final.
- A mi hijo, Elihel Zaravia Morocho quien me ayudó durante el presente trabajo de investigación.

52

## ÍNDICE

PORTADA	
ÍNDICE	
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	
	Pág.
I. PROBLEMA	
1.1. Planteamiento de problema	10
1.2. Formulación de problema	10
1.3. Objetivos: General y específicos	10
1.4. Justificación	11
II. MARCO TEÓRICO	
2.1. Antecedentes	12
2.2. Bases Teóricas	14
1. Origen de la lechuga	14
2. Taxonomía de lechuga	15
3. Variedad de Boston	15
4. Característica de la lechuga	15
5. Valor nutricional	16
6. Ventajas y desventajas de los cultivos hidropónicos	17
7. Sistemas hidropónicas de raíz flotante	17
8. Etapas del sistema de raíz flotante	18
9. La solución nutritiva	19
10. Taxonomía de azolla	21
11. Origen de la azolla	21
12. Distribución	22
13. Habitud	22
14. Guano de isla	23
15. Origen	23
16. Contenido de nutriente	23
17. Costo de producción	24
18. Evaluación económico	25

91

2.3. Hipótesis	24
2.4. Identificación de variables	24
III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
3.1. Ámbito de estudio	25
3.2. Tipo de investigación	25
3.3. Nivel de investigación	25
3.4. Método de investigación	25
3.5. Diseño de investigación	26
3.6. Población, muestra y muestreo	28
3.7. Técnica e instrumentos de recolección de datos	28
3.8. Procedimiento de recolección de datos	29
3.9. Técnica de procesamiento y análisis de datos	29
3.10. Costo de producción	29
IV. RESULTADOS	
4.1. Numero de hojas de <i>Lactuca sativa</i>	33
4.2. Diámetro de la cabeza de Lechuga	33
4.3. Biomasa seca de la lechuga	34
4.4. Comparación de medias	34
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	39
ARTICULO CIENTÍFICA	51
ANEXO	54

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Análisis de varianza de número de hojas de ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) a los 20 días después de trasplante en condiciones hidropónico en Lircay-Angaraes-Huancavelica 2014.	33
Tabla N° 2 Análisis de varianza de número de hojas de ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) a los 40 días después de trasplante en condiciones hidropónico en Lircay-Angaraes-Huancavelica 2014.	33
Tabla N° 3 Análisis de varianza de diámetro de cabeza de ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) a los 40 días después de trasplante en condiciones hidropónico en Lircay Angaraes Huancavelica 2014.	34
Tabla N° 4 Análisis de varianza de Biomasa seca ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) a los 55 días después de trasplante en condiciones hidropónico en Lircay-Angaraes-Huancavelica	34
Tabla N° 5 comparación de medias de rango Múltiple de Tukey ( $\alpha=0,05$ ) de la variables evaluadas en el cultivo de la lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) hidropónica empleando Azolla y guano de isla en Lircay-Angaraes-Huancavelica 2014.	35
Cuadro N° 6 Valor nutricional de lechuga	16
Cuadro N° 7 Duración de las etapas de sistema de raíz flotante en algunos cultivos	18
Cuadro N° 8 Costo de producción del cultivo de lechuga en hidroponía	30

## RESUMEN

Con el objetivo de evaluar los beneficios que proporciona la asociación de *Azolla* y guano de islas en el cultivo hidropónico de la lechuga en Lircay, se desarrolló el presente trabajo durante el período comprendido entre mes de octubre hasta mes diciembre de 2013, en la orilla de río Sicra ubicado Pueblo Nuevo Molinoyoc pampa de Lircay, donde se construyeron las pozas hidropónicas. Se evaluó la influencia de *Azolla* y guano de islas sobre el cultivo de la lechuga. Los resultados muestran que esta hortaliza es influenciada en su crecimiento de forma positiva por el uso de *Azolla*, lo que permitió incrementar la altura, diámetro de cabeza, número de hojas, peso seco de la planta. Además, se observó que la asociación de este helecho *Azolla* cubrió totalmente la poza, formando una verdadera alfombra y además regula la temperatura del agua. La mayor producción de biomasa foliar y radicular de la lechuga (*Lactuca sativa*) se halló en las pozas que contenía solo *azolla*. El uso de este helecho por lo antes expuesto brinda beneficios económicos con respecto a los demás tratamientos y frente al testigo.

**Palabras Clave:** Fijación biológica; *Azolla* - *Anabaena*; biomasa; tasa de crecimiento en hidropónico.

## INTRODUCCIÓN

La atención a los problemas emergentes de la pobreza urbana es una preocupación que exige tratamiento prioritario desde los diferentes estamentos de nuestras sociedades, dada la inmediatez de la demanda social generada por las precarias condiciones de vida de los grupos afectados. En tal sentido, La Agricultura Urbana se plantea como una estrategia de desarrollo socioeconómico alternativa a los programas asistencialistas, promoviendo, además de la seguridad alimentaria de las comunidades empobrecidas, la generación de fuentes de ingreso y empleo sostenidos en el tiempo, mediante redes de comercialización e intercambio de productos y de instancias de capacitación y educación agro-cultural.

Actualmente un número creciente de gobiernos locales reconocen el potencial de La Agricultura Urbana y periurbana como una estrategia efectiva para reducir la pobreza y mejorar la seguridad alimentaria, la salud y la economía doméstica de los grupos vulnerables.

Por esta razón la agricultura urbana adquiere un valor agregado para las mujeres, ya que les permite trabajar cerca de sus hogares, al mismo tiempo que pueden combinar esta actividad con sus múltiples responsabilidades diarias. Se han identificado casos en los que las mujeres de familias en las zonas urbanas ganan más en la producción de alimentos que sus cónyuges en un trabajo formal. Además, la actividad productiva y los ingresos independientes generados fortalecen su posición social a nivel familiar y comunitario.

Durante los últimos años la producción de hortalizas ha experimentado un significativo progreso en cuanto a rendimiento y calidad, cultivada de lechuga ha ido incrementándose, debido en parte a la introducción de nuevos cultivares y el aumento de su consumo. Es por ello que es importante determinar la producción y rendimiento de estos nuevos cultivares en diferentes épocas de siembra y sistemas de producción como el cultivo orgánico que cada día cobra mayor importancia, ya que representa una nueva tendencia que promueve el uso de insumos alternativos a fin de lograr el aprovechamiento adecuado de los recursos existentes localmente para llegar a una producción agropecuaria limpia y sostenida.

## I. PROBLEMA

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La lechuga es una de las hortalizas de hoja utilizada en la alimentación de la población Lirqueña, como alternativa a la dieta alimenticia del poblador, su consumo se realiza en; restaurantes, fiestas patronales, matrimonios y otras actividades.

Pero a falta de producción de esta hortaliza los comerciantes trasladan desde la ciudad de Huancayo. Se conoce que desde su producción en campo el cultivo está expuesto a contaminación, dado que en el lugar donde producen aplican agroquímicos. Además en el proceso de transporte está expuesto a otras fuentes de contaminación.

Ante esta situación, con esta investigación se pretende buscar nuevas formas de producir la lechuga empleando recursos disponibles de la zona y promover la agricultura urbana empleando *Azolla* y guano de islas en condiciones hidropónicas

### 1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cuál es el efecto de la incorporación de *Azolla* más guano de islas en la producción hidropónica de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Boston en condiciones del distrito de Lircay, Angaraes.?

### 1.3. OBJETIVO: GENERAL

- Evaluar el empleo de la *Azolla* más guano de islas en la producción hidropónica del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Boston en el distrito de Lircay, Angaraes.

### 1.4. OBJETIVO ESPECÍFICO

- Determinar el incremento de biomasa del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) como efecto de la incorporación de la *Azolla* más guano de islas en la producción hidropónica
- Establecer el tiempo de producción de la lechuga hidropónica como efecto de la incorporación de la *Azolla* y el guano de islas.

## 1.5 JUSTIFICACIÓN

**Científica:** La investigación va orientada a generar conocimiento empleando tecnología sencilla y eficaz, que debe ser científicamente válida y sistematizada para dar un mejor uso los recursos disponibles en la región.

**Social:** El presente trabajo permitirá contribuir con la mejora de la dieta alimentaria de la población urbana y de las familias del campo.

**Económico:** Se espera que con los resultados obtenidos contribuir a la reducción del gasto de compra de la lechuga por parte de las familias de Lircay, dado que ellos mismos pueden producir.

## II. MARCO TEORICO

### 2.1. ANTECEDENTES

En América Latina, la Hidroponía ha sido orientada para ayudar a solucionar los problemas de disponibilidad y a la vez de acceso de alimentos frescos y sanos, para ello va enfocada a la Hidroponía Popular con lo cual se realizan adaptaciones tecnológicas que puedan permitir el empleo de materiales locales o de aquellos que se puedan reciclar. En algunos países como Chile, Costa Rica, Colombia, Nicaragua y El Salvador, se han ejecutado proyectos de esta naturaleza con lo cual se ha contribuido a una mejora en la calidad de vida de las personas, siendo en su mayoría mujeres de aquellas comunidades beneficiadas, ya que por medio de las micro-empresas hidropónicas son auto-sostenibles, y sus productos obtenidos son de mejor calidad que aquellos cultivados en el sistema convencional (**Godoy, 2001**)

Según **Marulanda, (2003)** y **Sabada (2007)**, el sistema de cultivo de raíz flotante es un sistema eficiente para la producción del cultivo de lechuga, con excelentes resultados, ahorro de tiempo y altas producciones. A pesar de su mayor complejidad, es muy apto para las huertas hidropónicas populares. El método utiliza un medio líquido que contiene agua y sales nutritivas. Este sistema ha sido denominado por quienes lo practican "cultivo de raíz flotante", ya que las raíces flotan dentro de la solución nutritiva, pero las plantas están sostenidas sobre una lámina de "Plumavit" que se sostiene sobre la superficie del líquido.

Ellos mismos indican que en el sistema de cultivo a raíz flotante es indispensable batir con las manos al menos dos veces por día la solución nutritiva, con el fin de redistribuir los elementos nutritivos por todo el líquido y oxigenar la solución. Sin ello, las raíces empiezan a oscurecerse y a limitar la absorción de alimentos y agua. Cuando no se agita la solución nutritiva con la debida frecuencia, también

se empiezan a formar algas que le dan mal aspecto al cultivo y alteran su desarrollo, porque ellas compiten por los nutrientes destinados a las plantas.

Otros autores como **Rodríguez (1956)**, indica que la lechuga se produce muy bien con el sistema hidropónico. Solo se requiere cuando el cultivo se efectúe en agua cuidar el nivel de oxígeno de la misma; el ciclo es corto y como guía se sugiere que en un sistema de producción hidropónica pueden cultivarse de 8 a 24 plantas por metro cuadrado. Conviene prestar atención en el correcto distanciamiento. Una sobrepoblación de lechugas cercana a la cosecha incrementa las posibilidades de enfermedades como la Botrytis, difícil de controlar cuando la cobertura de las hojas es densa y evita la penetración de los pulverizadores. La sobrepoblación también reduce la calidad de la cabeza y causa un "estrechamiento" con hojas delgadas y pálidas, lo que origina una pérdida, un producto fracasado.

**Rodríguez (1999)** y **Del Castillo (2005)** indican que en condiciones hidropónicas, la planta se comporta mejor si la solución en que se transportan los nutrientes, y que se encuentra en contacto con sus raíces, es ligeramente ácida; esto significa un pH entre 5.5 y 6.8. Fuera de este rango, algunos minerales, aunque estén presentes en la solución, no podrán ser absorbidos por las raíces. Esto, por supuesto, afectará a la planta. Si el pH de la solución queda lejos del rango recomendado, entonces algunos de los minerales de la solución nunca estarán disponibles para la planta. Los mismos autores indican que la Solución hidropónica de La Molina fue obtenida luego de varios años de investigación en el Laboratorio de Fisiología Vegetal de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Con el propósito de difundir la hidroponía, se eligieron para su preparación, fertilizantes que se pueden conseguir en las diferentes regiones del Perú. La solución hidropónica La Molina consta de dos soluciones concentradas, denominadas A y B, respectivamente. La solución concentrada A contiene N, P, K y Ca, y la solución concentrada B aporta Mg, Cl, Fe, Mn, B, Zn, Cu y Mo. En La Molina ha sido evaluada en diferentes cultivos con muy buenos resultados; es

excelente para cultivo de hojas como lechuga, apio, acelga, albahaca, berro, espinaca, etc.; también en cultivos de raíces como betarraga, nabo, zanahoria, rabanillo; tubérculos como papa; bulbos como cebolla; frutos como tomate, pimiento, etc. También se ha probado en plantas ornamentales, aromáticas y medicinales; asimismo en flores y también para producir forraje verde hidropónico

Por otro lado **Rodríguez (2004)** comenta que el guano de Islas, es columna vertebral de nuestra agricultura, es el mejor fertilizante natural y el más barato del mundo. Su calidad es reconocida en el país y en el extranjero donde a raíz del cese de su exportación se le recuerda todavía como el «Guano del Perú». Sin embargo, no está lejos el día en que el guano de Islas vuelva a ocupar el lugar que le corresponde en la agricultura nacional debido a que aporta todos los nutrientes para los cultivos y hortalizas. En la Lechuga y Escarola se aplica de 1/2 a 1 cucharadita (4 a 7 g) por planta, en Alcachofa de 1 a 2 cucharaditas de té (7 a 14 g) por planta, según la edad, de guano molido, cernido, enterrado al pie de la planta bajo el sitio que va a ser humedecido por el agua de riego. En Col y Coliflor se aplica de 1 a 1.5 cucharaditas (7 a 10 g) al pie de la planta, enterrado igualmente en sitios humedecidos por el agua de riego. En cambio en Espinaca se aplica de 1 a 1.5 cucharaditas, aplicada en la misma forma anterior, en la Cebolla y Porode 500 a 700 kg por hectárea, ósea 6 a 8 g por planta. En Esparrago de 7-10 g por planta, al comienzo de la vegetación y en Betarraga, Zanahoria, Nabo y Rábano se aplica 1/2 cucharadita 3 g por planta.

**Castro (2006)** menciona el uso del género Azolla como biofertilizante en hortalizas y el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.).

## 2.2. BASES TEÓRICAS.

### - ORIGEN DE LA LECHUGA.

Se considera que Asia es el origen de la lechuga, aunque en Europa se le encuentra en estado silvestre, en especial en las zonas templadas. El cultivo de la lechuga se remonta a una antigüedad de 2.500 años, siendo conocida por griegos y

romanos. Las primeras lechugas de las que se tiene referencia son las de hoja suelta, aunque las acogolladas eran conocidas en Europa en el siglo XVI (INCAFOAGRO, 2002).

#### - TAXONOMÍA DE LECHUGA BOSTON:

**Origen** : Asia  
**Familia** : Compositae  
**Nombre científico** : *Lactuca sativa* L.  
**Nombre Común** : Lechuga  
Fuente : INCAFOAGRO, 2002

#### - VARIEDAD BOSTON

La variedad Boston presenta hojas lisas, orbiculares, anchas, sinuosas y de textura suave o mantecosa; las hojas más internas forman un cogollo amarillento a envolver las nuevas.

#### - CARACTERÍSTICAS DE LA LECHUGA

Según INFOAGRO (2002) la lechuga es una planta herbácea, anual y bianual, que cuando se encuentra en su etapa juvenil contiene en sus tejidos un jugo lechoso de látex, cuya cantidad disminuye con la edad de la planta. Se reporta que las raíces principales de absorción se encuentran a una profundidad de 5 a 30 centímetros.

**La raíz** principal llega a medir hasta 1.80 m por lo cual se explica su resistencia a la sequía. Llega a tener hasta 80 cm de altura.

**Las hojas** de la lechuga son lisas, sin peciolo (sésiles), arrosetadas.

**Tallo:** es cilíndrico y ramificado.

**Inflorescencia:** son capítulos 15 a 25 florales amarillos dispuestos en racimos o corimbos.

**Flores:** Cuando la lechuga está madura emite el tallo floral que se ramifica. Las flores de esta planta son autógamas.

**Semillas:** son largas (4-5 mm), su color generalmente es blanco crema,

La lechuga (*Lactuca sativa*) es una planta que se cultiva generalmente para el uso de su hoja como vegetal. Se consume generalmente fresca, como complemento de

otros alimentos, aunque en china se consume cocinada y la hoja es tan importante para ellos como el tallo de la planta.

#### - VALOR NUTRICIONAL DE LA LECHUGA.

Componentes	Composición de 100 g de materia comestible
Calorías	11,00
Agua	96,60 g
Proteínas	0,60 g
Carbohidratos	2,40 g
Fibra	0,70
Cenizas	0,30 g
Calcio	52,00 mg
Fósforo	20,00 mg
Hierro	0,10 mg
Vit. A	66,67 U.I
Vit. B1	0,02 mg
Vit. B2	0,06 mg
Vit. C	1,50 mg
Niacina	0,13 mg

Fuente: Delgado de la Flor et al., (1987).

#### - DEFINICIÓN DE LA HIDROPONÍA

La hidroponía (hidros = agua y ponos = trabajo o actividad) es traducido literalmente como trabajo del agua y es una técnica de producción de cultivos sin suelo. El suelo es reemplazado por el agua con los nutrientes minerales esenciales disueltos en ella. Las plantas toman sus alimentos minerales de las soluciones nutritivas, adecuadamente preparadas; y sus alimentos orgánicos los elaboran autotróficamente por procesos de fotosíntesis y biosíntesis.

La palabra hidroponía significa plantar verduras y vegetales en agua o materiales distintos a la tierra, también se le conoce como la agricultura del futuro sirve para cultivar verduras y vegetales ricos en vitaminas y minerales, de una manera limpia y sana, que nos permitan crecer sanos y fuertes. Funciona usando agua, una solución de nutrientes que las plantas necesitan para su crecimiento. Cualquier persona interesada en cultivar sus propias verduras y vegetales de una forma limpia, sencilla y económica, desde niños hasta personas de edad avanzada, no importa si no sabe nada de agricultura (Malca, 2002; Alarco, 2003)

## - VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS CULTIVOS HIDROPÓNICOS

Según **Estrada** (2003), las ventajas que ofrecen los sistemas de cultivos hidropónicos entre otras son las siguientes:

- Permite obtener cultivos más homogéneos y de forma especial, favorecen el desarrollo de un sistema radicular más homogéneo.
- Los cultivos están exentos de problemas fitopatológicos relacionados con enfermedades producidas por los hongos del suelo, lo que permite reducir el empleo de sustancias desinfectantes, algunas de las cuales están siendo cada vez más cuestionadas y prohibidas.
- Reducen el costo de energía empleado en las labores relacionadas con la preparación del terreno para la siembra o plantación.
- Mayor eficiencia del agua utilizada, lo que representa un menor consumo de agua por kilogramo de producción obtenida.
- Respecto a los cultivos establecidos sobre un suelo normal, los cultivos hidropónicos utilizan los nutrientes minerales de forma más eficiente.
- El desarrollo vegetativo y productivo de las plantas se controla más fácilmente que en cultivos tradicionales realizados sobre un suelo normal.
- Mayor cantidad, calidad y precocidad de cosecha.
- Permite una programación de actividades más fácil y racional.
- Admite la posibilidad de mecanizar y robotizar la producción.

## - SISTEMA HIDROPÓNICO DE RAÍZ FLOTANTE

El sistema de raíz flotante fue uno de los primeros sistemas hidropónicos que se utilizó tanto a nivel experimental como a nivel de producción comercial, el cual maximiza la utilización del área de cultivo. Cabe afirmar que esta técnica permite optimizar el crecimiento y desarrollo del cultivo, logrando reducir su período vegetativo con bajo consumo de agua. Además de la obtención de plantas saludables y libres de enfermedades lo cual genera importantes ventajas de tipo sanitario. Asimismo permite aprovechar áreas pequeñas (**Chang, 2000** y **Alarcón, 2003**).

### - ETAPAS DEL SISTEMA DE RAÍZ FLOTANTE

El sistema de raíz flotante consta de tres etapas que son almácigo 2 a 3 semanas, post-almácigo 2 a 3 semanas y trasplante definitivo 4 semanas; de cinco días antes del trasplante o post-almacigo se disminuye la cantidad de agua aplicada durante los riegos y se le da mayor exposición a la luz. Esta fase permite dar las condiciones para que se consoliden mejor sus tejidos y se preparen las plántulas para las condiciones del sistema de raíz flotante o sustrato sólido que afrontaran cuando hayan sido trasplantadas. Para lograr con éxito este paso es muy importante no suspender el suministro de nutrientes, solamente se disminuye la cantidad de agua y se expone al sol (Dirección, 2000).

**Cuadro 1. Duración de las etapas del sistema de raíz flotante en algunos cultivos:**

Cultivo	Etapas del Sistema de Raíz Flotante		
	Almácigo	Post-almácigo	Trasplante definitivo
Lechuga	2-3 semanas	2-3semanas	4 semanas
Albahaca	2 semanas	2-3semanas	4 semanas
Apio	2-3 semanas	4 semanas	8 semanas

Fuente: Chang (2000).

### - Post-almácigo

Esta etapa comienza cuando se trasplantan las plántulas del post-almácigo a contenedores más grandes generalmente de 1 m x 1 m x y se requiere planchas de tecno por de 1"ó 1 ½" con orificios hechos en forma similar como la descrita en la etapa anterior, sólo que el diámetro y las distancias de éstos son mayores porque aquí el cultivo adquiere mayor desarrollo hasta la cosecha. El diámetro de los orificios es de 2.5 cm y la distancia entre éstos es de 18 a 20 cm para el cultivo de lechuga; para un área de un metro cuadrado se pueden colocar entre 25 a 30 lechugas (Chang, 2000).

**- Cosecha**

Se recomienda realizar la recolección de las plantas muy temprano en las mañanas o en las tardes, retirándole las hojas basales secas y dañadas (Chang ,2000).

**- Comercialización**

Estos cultivos se pueden comercializar como plantas vivas, es decir, colocando las plantas con sus raíces en recipientes que contengan agua. Asimismo, las plantas se pueden embalar individualmente (lechuga) en bolsas plásticas. Las plantas comercializadas con sus raíces pueden aumentar su duración en el mercado respecto a aquellas que no llevan raíces, sobre todo si no son mantenidas en cámaras de conservación (Chang ,2000).

**- LA SOLUCIÓN NUTRITIVA**

Para la preparación de la solución nutritiva es preferible utilizar fertilizantes denominados de calidad o grado de invernadero. Una calidad pobre del fertilizante contendrá siempre gran cantidad de impurezas (arcilla, arena y partículas de limo), las cuales pueden formar una capa sobre la zona radicular; dicha capa no solamente puede impedir alcanzar esta zona a algunos nutrientes, sino que también obstruirá o taponeará las líneas de alimentación de agua en sistemas hidropónicos automatizados. MALCA ,2001.

**- Preparación de la solución nutritiva**

En la literatura se reportan un gran número de soluciones nutritivas propuestas que han sido previamente evaluadas en un amplio número de hortalizas y la mayoría responde adecuadamente a las necesidades de los cultivos. Normalmente se propone en forma general para todos los casos la preparación de dos soluciones madre, la solución A en la cual se incluyen todos los macronutrientes y la solución B en la cual se incluyen los micronutrientes. Los agricultores que se dedican a la hidroponía únicamente necesitan mezclar ambas soluciones en agua según lo que recomiende las etiquetas de los envases (Calderón, 2007 y Castañeda 1997).

- **Calidad del agua para la solución nutritiva**

El agua en hidroponía debe de ser potable de buena calidad y con bajos contenidos de cloro, el cual en concentraciones altas causa complicaciones en toxicidad a las plantas. Mediante el agua se proporciona a las plantas la solución nutritiva (Chang ,2000).

- **Duración y cambio de la solución nutritiva**

La vida útil de la solución de nutrientes depende principalmente del contenido de iones que no son utilizados por las plantas. La medida semanal de la conductividad eléctrica indicará el nivel de concentración de la solución (si es alto o bajo). La vida media de una solución nutritiva que haya sido ajustada por medio de análisis semanales suele ser de dos meses. En caso de no efectuarse dichos análisis se recomienda un cambio total de la solución nutritiva a las 4 a 6 semanas. En el caso del cultivo de lechuga, la etapa definitiva dura 4 semanas y no se cambia la solución nutritiva durante este tiempo, porque en este período, prácticamente ha absorbido todos los nutrientes (Calderon,2007 y Castañeda, 1997).

- **pH de la solución nutritiva**

El pH indica el grado de acidez o alcalinidad de una solución. Si una solución es ácida su valor es menor a 7, si es alcalina su valor es mayor a 7 y si es neutra su valor es de 7. La disponibilidad de nutrientes varía de acuerdo al pH de la solución nutritiva, por eso es recomendable mantenerlo dentro de un rango que va de 5.5 a 6.5 en el cual los nutrientes están disponibles para la planta. Para disminuir el pH se agrega un ácido como ácido sulfúrico, ácido fosfórico o ácido nítrico y para aumentar el pH se debe adicionar una base o alcalino como hidróxido de potasio o hidróxido de sodio (excepto para aguas con niveles significativos de sodio) (Calderón, 2007 y Castañeda ,1997)

- **Oxigenación de la solución nutritiva**

La falta de oxigenación produce la fermentación de la solución y como resultado la pudrición de la raíz, originada por la aparición de microorganismos. Una raíz sana y

bien oxigenada debe ser blanquecina, de lo contrario ésta se torna oscura debido a muerte del tejido radicular. La oxigenación puede ser manual (agitando la solución manualmente por algunos segundos por lo menos dos veces al día, cuando las temperaturas son altas se requiere mayor oxigenación) o mecánica mediante una compresora, inyectando aire durante todo el día. El agua se cambia totalmente dependiendo de la coloración de la raíz o por la presencia de algas cada tres semanas. La aireación se realiza por lo menos una vez al día, preferiblemente por la mañana. El nivel o contenido de agua se debe revisar todos los días en cada bancal y al disminuir 3 cm de los 10 cm acomodados de profundidad, debe completarse nuevamente con solución (Malca, 2001)

#### - **Dosis de soluciones nutritivas utilizadas en los contenedores**

La dosis recomendada por la "Universidad Nacional Agraria La Molina" para utilización de la solución hidropónica la molina es de 5 cc de solución nutritiva "A" por cada litro de agua almacenada en el contenedor y de 2 cc de

#### - **TAXONOMÍA DE LA AZOLLA**

Cianobacteria	: <i>Anabaena azollae</i>
División	: Cyanophitas
Clase	: Cyanophyceae
Familia	: Nostocaceae
Género	: Anabaena
Especie	: Azolla
Nombre.	: <i>Anabaena azolla</i>

Fuente: Montaña (2010)

#### - **EL ORIGEN**

El origen de la azolla se encuentra en América, pero al parecer es originaria del trópico y el subtrópico y está ampliamente distribuida en Europa, Africa, Asia, hallándose a menudo en asociación con otras plantas flotantes (Las Eras, 2010).

Según Las Eras (2010) la asociación simbiótica entre Azolla sp. y la cianobacteria filamentosa Anabaena sp. Por su alta capacidad fijadora de nitrógeno ha adquirido en los últimos tiempos mucha importancia para la agricultura, especialmente para el cultivo de arroz

- **Azolla** es un helecho acuático flotante
- **Diametro** de Azolla es de 1 a 2,5 cm.
- **Las raice** son como pelos radicales
- **Las hojas** alternas imbricadas
- **Los tallos** se dividen dicotómicamente y están cubiertos de hojas en su totalidad.
- **Los jóvenes** son de color verde grisáceo
- **Los adultas** expuestas directamente al sol son rojizos.
- **Germinación** por esporas.
- **Planta** de rápido crecimiento, que puede llegar a duplicar su biomasa en 72 horas.
- **Elimina** del agua metales pesados como Hg y Cr.
- El agua donde se desarrolla debe ser de 15 y 35°C.
- **pH**, superiores a 4.

La planta prefiere aguas tranquilas o de poco movimiento, así como ricas en nutrientes. Argumentó que este helecho requiere profundidades de 0,5 a 1 m para su cultivo (Las Eras, 2010)

- **Distribución:**

La Azolla está presente en varias regiones del mundo, como fertilizante biológico o accidentalmente introducida. En España se distribuye por Andalucía occidental, Castilla-La Mancha, Castilla-León, Cataluña, Extremadura, Galicia etc. Es muy abundante en el Guadiana y en el Guadalquivir, como planta ornamental (CARRIPECO, 2001).

- **Hábitat:**

Planta originaria de América tropical, desde el sur este de USA hasta el sur de Brasil, Uruguay y Argentina, donde crece en aguas continentales lagos, lagunas, remansos de los ríos y en zonas húmedas artificiales (CARRIPECO, 2001).

- **Amenazas:**

Según Peters (1985), una alteración de sus condiciones físico-químicas, entre las que destaca la disminución de su contenido en oxígeno, ya que el intercambio gaseoso que normalmente tiene lugar entre el agua y la atmósfera se ve impedido. Azolla provoca además un aumento en el contenido en nutrientes del agua, debido a la capacidad que tiene de fijar nitrógeno atmosférico y un aumento de la cantidad de materia orgánica aportada al medio acuático. Esta materia orgánica, al descomponerse en invierno, provoca una disminución adicional del contenido en oxígeno. El resultado es que Azolla produce cambios importantes en las comunidades vegetales acuáticas que llegan a desaparecer y por último en las comunidades animales. Cuando durante el invierno sus restos se descomponen, los niveles de oxígeno disminuyen de forma drástica y provocan mortandades entre los organismos acuáticos. La acumulación de Azolla en infraestructuras hidráulicas puede provocar interferencias en las actividades humanas.

- **EL GUANO DE ISLA**

- **Origen.-**

El Guano de las islas se origina por acumulación de las deposiciones de las aves guaneras que habitan las islas y puntas de nuestro litoral. Entre las aves más representativas tenemos al Guanay (*Phalacrocorax bouganivilli* Lesson), Piquero (*Sula variegata* Tshudi) y Pelicano (*Pelecanus thagus*). Sin embargo, el guano de Islas también es enriquecido por los cadáveres de miles de aves que mueren en forma natural, accidentes o enfermedades epidémicas (epizootias), como también de huevos y plumas de ellas, que van a enriquecer al guano (CARRIPICO, 2001 y Rodríguez, 1956).

- **Contenido de nutrientes**

El Guano de las Islas es un fertilizante natural completo, ideal para el buen crecimiento, desarrollo y producción del cultivo, contiene macro-nutrientes como el Nitrógeno 10-14, Fósforo 10-12 y Potasio 2-3 % en cantidades respectivamente.

Elementos secundarios como el Calcio, Magnesio y Azufre, con un contenido promedio de 8, 0.5 y 1.5% respectivamente. También contiene microelementos como el Hierro, Zinc, Cobre, Manganeso, Boro y Molibdeno en cantidades de 20 a 320 ppm (partes por millón) (Rodríguez, 1956).

Según Rodríguez (1956), precauciones en el uso y almacenamiento del Guano de isla. Bajo ninguna modalidad de uso, y en cualquier cultivo, evite que el guano entre en contacto con las raíces de las plantas, pues se quemarán por el alto contenido de materia orgánica (44.64%) en transformación, lo cual produce gran cantidad de calor.

### 2.3 HIPÓTESIS

La incorporación de *Azolla* más guano de islas en la producción hidropónica de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) mejoran la producción en condiciones de Lircay

### 2.4 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.

#### VARIABLE INDEPENDIENTE

- *Azolla anabaena*,
- guano de islas,

#### VARIABLE DEPENDIENTE

- Cultivo de lechuga

#### VARIABLE INTERVINIENTE

- Factores ambientales
- Calidad del agua

#### VARIABLES A EVALUAR

- Diámetro del follaje
- Altura de planta
- Numero de hojas
- Peso seco de biomasa

### III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Ámbito de estudio

##### 3.1.1. Ubicación Política :

Departamento	: Huancavelica
Provincia	: Angaraes
Distrito	: Lircay
Lugar	: Pueblo Nuevo

##### 3.1.2. Ubicación Geográfica

Altitud	: 3270 m.s.n.m.
Latitud sur	: 13° 00' 37"
Longitud Oeste	: 74°34'10" del Meridiano de Greenwich

##### 3.1.3. Factores Climáticos:

Precipitación pluvial	: Promedio anual 700 ml.
Temperatura	: Promedio anual 12°C
Humedad relativa	: Promedio anual 60%
Distancia	: Dentro del distrito de Lircay
Fuente	: SENAMHI. Estación Meteorológica, Lircay.

**3.2 Tipo de Investigación.-** El trabajo de investigación es del tipo experimental.

**3.3 Nivel de Investigación.-** Por el nivel de conocimiento a generar, el trabajo de investigación es considerado de nivel aplicado

**3.4 Método de Investigación.-** El método de investigación a utilizar será el Inductivo – Deductivo.

### 3.5 Diseño de Investigación.-

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA) con 4 tratamientos y 4 repeticiones. La comparación de medias se realizó utilizando la prueba de Tukey ( $\alpha: 0,05$ ).

#### Modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

#### Donde:

$\mu$  = Factor constante (parámetro).

$T_i$  = Efecto del tratamiento (parámetro) en la unidad experimental.

$E_{ij}$  = Error, valor de la variable aleatoria Error experimental.

#### - Tratamientos evaluados

- T1-Guano de islas mas *Azolla anabaena*
- T2 *Azolla anabaena*,
- T3- Guano de islas
- T4-Testigo

#### Dimensiones de cada parcela o contenedor:

- Largo: 1 m
  - Ancho: 90 cm
- Superficie de cada Sub parcela: 0,9 m<sup>2</sup>

#### Dimensiones del campo Experimental:

- Largo: 6. m
  - Ancho: 6. m
- Superficie del campo Experimental: 36. m<sup>2</sup>

#### Volumen de agua

- Volumen de la poza : 0,18 m<sup>3</sup>
- Volumen de agua: 140 litros
- Alto de lamina de agua 20 cm

#### Procedimiento de instalación del estudio

Las actividades del experimento se iniciaron desde el mes de setiembre del 2013 y finalizaron en el mes de diciembre del 2013. El experimento se realizó en el terreno del Señor Santos Choque, Molinoyocc pampa al borde de río Sicra - Pueblo Nuevo Lircay, donde se construyeron las pozas hidropónicas y se evaluaron plántulas de lechuga con aplicación de *Azolla* (mosquito) y/o guano de isla.

### **Análisis del agua**

En este ensayo se utilizó agua entubada (agua potable), las que fueron analizadas para conocer el pH y otras propiedades químicas. El análisis se realizó en el laboratorio de análisis de aguas de la empresa Delay Ingenieros Consultores de Ayacucho, cuyos resultados son:

Clase c2:- aguas

Clase s1.- aguas de contenido bajo de sodio.

R.A.S. = 3.7; P.S.I. = 3.9; % Na =0.24; C.E. a 25°C (ms/cm) =322 y pH =7.76

### **- Descripción de las actividades**

Una vez realizado la limpieza del ambiente, se procedió con el marcado del terreno y excavación de las pozas de 1m x 0,9 m x 0,2 m. Las calles fueron de un ancho de 0.4 m. Para cubrir las 16 pozas se utilizaron Geomembrana, y posteriormente se depositó 2240 litros de agua entubada. Las pozas fueron cubiertas con mallas metálicas de 1/16" sostenido de madera. Los agujeros de las mallas fueron aprovechadas para colocar las plántulas de lechuga (*Lactuca sativa*) variedad Boston de 5 cm de altura.

La *Azolla anabaena* fue extraída de la laguna del centro poblado menor de Allato y se empleo 1 kilo de *Azolla* fresca para cada poza o unidad experimental y se aplicó en los tratamientos *Azolla* sola y *Azolla* más guano. En cambio el guano de isla, se utilizó a razón de 10 g por 20 L de agua.

En cada poza o unidad experimental (16 pozas) se trasplantó 30 unidades de plántulas de lechuga variedad (Boston) con un distanciamiento de 18 por 20 cm en las 16 pozas. Asimismo, para dotar de seguridad el experimento se cercó con tela de artillería.

**Preparación de la solución de guano de isla**

Esta solución se preparó en balde de 20 litros. Dado que el pH del agua es superior a 7, se procedió a reducir el pH, para ello se aplicó 4 ml de Tripe AA, y luego los 10 g de guano de islas. Con esta solución se fertilizó las pozas donde correspondía aplicar el guano de islas.

**Mantenimiento de la solución nutritiva en el medio líquido.**

El mantenimiento de la solución nutritiva consistió en airear el medio de líquido diariamente a las 7:00 de la mañana y a las 4:30 de la tarde, donde se agitó con la mano el agua incorporando burbujas de aire al medio.

**Cosecha**

La recolección del fruto se realizó a los 56 días de forma manual cuando estos alcanzaron su madurez fisiológica y haber estado apta para consumo.

**3.6 Población, Muestra, Muestreo**

**Población.** La población estuvo conformada por 30 plántulas en cada unidad experimental, que hacen un total de 480 plantas de lechuga (*Lactuca sativa L*) variedad Boston.

**Muestra.** Por cada unidad experimental se tomaron 05 plantas al azar, priorizando la parte central por cada variable en estudio

**Muestreo.** El tipo de muestreo utilizado fue el simple – aleatorio

**3.7 Técnicas de recolección de datos.-**

Para la recolección de datos en el trabajo de investigación se utilizó la técnica de observación y medición, según la variable a evaluadas.

**Instrumentos de recolección de datos.-** los instrumentos utilizados en la recolección de datos, fueron entre otros, balanza, cinta métrica, estufa, etc.

### 3.8 Procedimiento de Recolección de Datos

La recolección de datos se realizará en base a las variables de estudio, según el desarrollo fenológico del cultivo de lechuga de la siguiente manera:

1.- En cada uno de los tratamientos se registrarán la altura de planta a los 20, 40 días después del trasplante y en el momento de cosecha, se evaluará el número de hojas, diámetro de cabeza, y peso seco de biomasa.

La **biomasa foliar** se determinó una vez secado la muestra a la estufa a 72 °C por 72 horas. Variable evaluada a 55 días después del trasplante. Los resultados se expresaron en g/planta.

### 3.9 Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

Los datos obtenidos para cada variable fueron transformados mediante  $\sqrt{X + 0,5}$  y luego su transformación se procedió a construir el Análisis de Varianza (ANVA). Las variables que presentaron significación en el ANVA se sometieron a la prueba de comparación de medias empleando la prueba estadística de Tukey ( $\alpha: 0,05$ ).

### 3.10 Costo de producción

Determinaremos el costo de producción en el sistema de Raíz Flotante que es el preferido por quienes tienen el propósito de establecerse como empresa rentable, ya que la producción se logra en menos tiempo y con menor esfuerzo físico, pero con mayor dedicación y constancia: Sabemos por las clases anteriores que en el sistema flotante podemos obtener 30 Lechugas adultas por metro cuadrado, de tal forma que determinamos el costo de Producción por metro cuadrado de cultivo.

En algunos países deberá considerarse además el costo de las coberturas para proteger los cultivos del exceso de sol, de las heladas o de las lluvias ácidas, lo que aumenta el valor de los costos por metro cuadrado en aproximadamente 1,5 - 2,0

Se debe enfatizar que dentro de los costos está considerado el valor de la mano de obra aportada por la familia, con lo que se tiene el doble beneficio del empleo más la rentabilidad del cultivo. Los costos fijos calculados en el ejemplo podrían ser menores si se utilizaran maderas de segunda mano o usadas. En muchos países es posible

28

### COSTO DE PRODUCCION DEL CULTIVO DE LECHUGA

**VARIEDAD** : WHITE BOSTON  
**CLASE DE SEMILLA** : CERTIFICADA  
**SISTEMA DE SIEMBRA** : INDIRECTO  
**NIVEL TECNOLÓGICO** : MEDIO  
**PERIODO VEGETATIVO** : 4 MESES  
**FECHA DE COSTEO** : ABRIL-2010

ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	Nº DE UNIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
<b>I.- COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>A. GASTOS DE CULTIVO</b>				
1. Mano de Obra:				
1.1 Almacigo				
- Preparación de camas	Jor.	1	20,00	20,00
- Siembra y manejo	Jor.	2	20,00	40,00
1.2 Transplante				
- Sacado de plántulas	Jor.	2	20,00	40,00
- Transplante	Jor.	20	20,00	400,00
1.3 Abonamiento				
- 1er. Abonamiento	Jor.	3	20,00	60,00
- 2do. Abonamiento	Jor.	2	20,00	40,00
1.4 Labores Culturales				
- Recalce	Jor.	2	20,00	40,00
- 1er. Deshierbo	Jor.	20	20,00	400,00
- 2do. Deshierbo	Jor.	15	20,00	300,00
- Riegos	Jor.	10	20,00	200,00
1.5 Control Fitosanitario				
- Aplicación pesticidas	Jor.	2	20,00	40,00
1.6 Cosecha				
- Corte cuello planta	Jor.	15	20,00	300,00
- Clasificación	Jor.	3	20,00	60,00
- Carguío	Jor.	2	20,00	40,00
<b>SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA</b>		<b>99</b>		<b>1980,00</b>
2. Maquinaria Agrícola:				
2.1 Aradura	H/M	4	65,00	260,00
2.2 Rastra	H/M	2	65,00	130,00
2.3 Surcado	H/M	4	65,00	260,00
<b>SUB-TOTAL DE MAQUINARIA AGRICOLA</b>		<b>10</b>		<b>650,00</b>
3. Insumos:				
3.1 Semilla	Kg.	0,5	130,00	65,00
3.2 Fertilizantes (100-40-40)				
- Nitrato de Amonio	Kg.	250	1,28	320,00
- Fosfato Di Amónico	Kg.	90	1,80	162,00
- Cloruro de Potasio	Kg.	65	1,96	127,40
3.3 Pesticidas				
- Metamidofos	Lt.	1	55,00	55,00
- Propineb	Kg.	1	40,00	40,00
- Abono foliar	Kg.	2	20,00	40,00
- Lissapol NX	Lt.	0,5	18,00	9,00
<b>SUB-TOTAL DE INSUMOS</b>				<b>818,40</b>

26

B. GASTOS GENERALES			
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)			344,84
SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES			344,84
<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>			<b>3793,24</b>
II.- COSTOS INDIRECTOS			
A. Costos Financieros (1.58% C.D./mes)			299,67
<b>TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS</b>			<b>299,67</b>
<b>III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCION</b>			<b>4092,91</b>
IV.- VALORIZACION DE LA COSECHA			
A. Rendimiento Probable (kg./ha.)			9500
B. Precio Promedio de Venta (S/.x kg.)			0,50
C. Valor Bruto de la Producción (S/.)			4750,00
V.- DISTRIBUCION DE LA PRODUCCION			
A. Pérdidas y mermas (5% producción)	Kg.	475	237,50
B. Producción Vendida (95% producción)	Kg.	9025	4512,50
C. Utilidad Neta Estimada			419,59
VI.- ANALISIS ECONOMICO			
Valor Bruto de la Producción			4750,00
Costo Total de la Producción			4092,91
Utilidad Bruta de la Producción			657,09
Precio Promedio Venta Unitario			0,50
Costo de Producción Unitario			0,43
Margen de Utilidad Unitario			0,07
Utilidad Neta Estimada			419,59
Indice de Rentabilidad (%)			10

Cambio \$ : 2.85 Nuevos Soles

Fecha : 30-04-10

\* No se considera Leyes Sociales porque en la Región no efectúan dicho pago.

\*\* Mano de obra no incluye alimentación.

\*\*\* El precio promedio de venta es el precio en chacra al mes del costeo.

\*\*\*\* En costos financieros se considera la tasa de interés de AGROBANCO (19% anual).

conseguir "palets" o tarimas para estibar carga en los puertos marítimos o aéreos, que al desarmarlos dan tablas de buena calidad y de dimensiones muy uniformes. El anterior ejemplo puede ser considerado como una base para determinar la rentabilidad de otros cultivos, que puede ser diferente dependiendo de las ventajas comparativas o de factores adversos que existan para el cultivo y la comercialización de algunas especies. Hay especies más convenientes en unos países que en otros pero, en general, en la mayoría de ellas la rentabilidad económica es alta, especialmente en el cultivo de la lechuga, que en todos los países ha demostrado ser el mejor cultivo tanto del punto de

vista técnico como económico. Como hemos visto en este Curso Audiovisual (video y manual) las Huertas Hidropónicas Populares permiten obtener beneficios sociales y económicos. Depende de la dedicación y constancia el que estos beneficios se transformen en una realidad que ayudará a mejorar la calidad de vida de las familias. Planifique su tiempo y empiece a instalar una Huerta Hidropónica Popular (HHP) y si sigue con esmero las recomendaciones ofrecidas antes de 90 días tendrá la primera cosecha de distintas hortalizas, y plantas medicinales o aromáticas.

- **Costo y rentabilidad de la huerta Hidropónica**

Al ser una actividad muy productiva, la HV y la HHP son compatibles con las tareas del hogar, el estudio y los oficios normales de cada uno de los miembros de una familia y necesitan las cantidades necesarias de tiempo diario. Es una actividad complementaria, que puede ser desempeñada en conjunto por todos los miembros de la familia.

Los beneficios que se pueden derivar de la HV se pueden dividir en dos grupos: los de tipo social y los de tipo económico, que se expresan como rentabilidad o ingresos netos.

- **Beneficio Social**

El beneficio social se obtiene como producto del cambio de las condiciones de vida de las familias, considerando una mejor calidad de la alimentación, la protección de la salud y la obtención de ingresos

- **Rentabilidad Económica**

El beneficio económico o rentabilidad es la que se espera obtener mediante la explotación continuada y sistemática de HV en superficies superiores a 2 metros de alto de cultivos, buscando obtener un rendimiento económico por los gastos incurridos y el trabajo realizado.

## IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 4.1. Número de hojas de *Lactuca sativa*

En los cuadros 4.1 y 4.2 se presenta el análisis de varianza con datos transformados del número de hojas de la lechua a los 20 y 40 días de trasplante empleando *Azolla* y guano de islas en Lircay - Angaraes. En ambos casos se aprecia que existen diferencias estadísticas a la prueba de F ( $\alpha: 0,05$ ) entre los tratamientos evaluados

Cuadro 4.1. El Análisis de Varianza de número de hojas de *Lactuca sativa* a los 20 días después de trasplante en condiciones hidropónicas en Lircay - Angaraes - Huancavelica" 2014.

FV	SC	GL	CM	FC	Probabilidad	Ft ( $\alpha:0,05$ )
Tratamientos	1,518	3	0,5062	5,036	0,0174	3,490
Error	1,206	12	0,1005			
Total	2,724	15				
% CV=10,983						

Cuadro 4.2. El Análisis de Varianza de número de hojas de *Lactuca sativa* a los 40 días después de trasplante en condiciones hidropónicas en Lircay - Angaraes - Huancavelica" 2014.

FV	SC	GL	CM	FT	Probabilidad	Ft ( $\alpha:0,05$ )
Tratamientos	6,512	3	2,171	32,856	0,00000456	3,490
Error	0,793	12	0,066			
Total	7,305	15				
% CV=6,45797648						

### 4.2. Diámetro de la cabeza de lechuga

En los cuadros 4.1 y 4.2 se presenta el análisis de varianza con datos transformados del número de hojas de la lechuga a los 40 días de trasplante empleando *Azolla* y guano de islas en Lircay - Angaraes. En la tabla se aprecia que existe diferencias estadísticas a la prueba de F ( $\alpha: 0,05$ ) entre los tratamientos evaluados.

Cuadro 4.3. El Análisis de Varianza del diámetro de cabeza de *Lactuca sativa* a los 40 días después de trasplante en condiciones hidropónicas en Lircay - Angaraes - Huancavelica" 2014.

<i>FV</i>	<i>SC</i>	<i>GL</i>	<i>CM</i>	<i>FC</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Ft</i> ( $\alpha:0,05$ )
Tratamientos	1,371	3	0,4571	81,114	0,0000000309	3,490
Error	0,067	12	0,0056			
Total	1,439	15				
%CV=2,47296787						

#### 4.3. Biomasa seca de la lechuga

En los cuadros 4.4 se presenta el análisis de varianza con datos transformados de la biomasa seca de lechuga a los 55 días de trasplante empleando *Azolla* y guano de islas en Lircay - Angaraes. En el cuadro se aprecia que existen diferencias estadísticas a la prueba de F ( $\alpha: 0,05$ ) entre los tratamientos evaluados

Cuadro 4.4. El Análisis de Varianza de biomasa seca de *Lactuca sativa* a los 55 días después de trasplante en condiciones hidropónicas en Lircay - Angaraes - Huancavelica" 2014.

ANÁLISIS DE VARIANZA biomasa seca a los 55d						
<i>FV</i>	<i>SC</i>	<i>GL</i>	<i>CM</i>	<i>FC</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Ft</i> ( $\alpha:0,05$ )
Tratamientos	2,338	3	0,779	22,744	0,0000306	3,490
Error	0,411	12	0,034			
Total	2,749	15				
% CV=9,7254						

#### 4.4. Comparación de medias

En el cuadro 4.5 se presenta la comparación de medias empleando la prueba de Rango Múltiple de Tukey ( $\alpha=0,05$ ) de las variables evaluadas en el cultivo de Lechuga

hidropónica empleando *Azolla* y guano de islas en Lircay – Angaraes. En todos los casos y variable evaluada el tratamiento T2 es superior a los demás tratamientos; igualmente el tratamiento T4 es ocupa el último lugar en las variables evaluadas.

Cuadro 5. Comparación de medias de Rango Múltiple de Tukey ( $\alpha=0,05$ ) de las variables evaluadas en el cultivo de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica empleando *Azolla* y guano de islas en Lircay - Angaraes – Huancavelica. 2014.

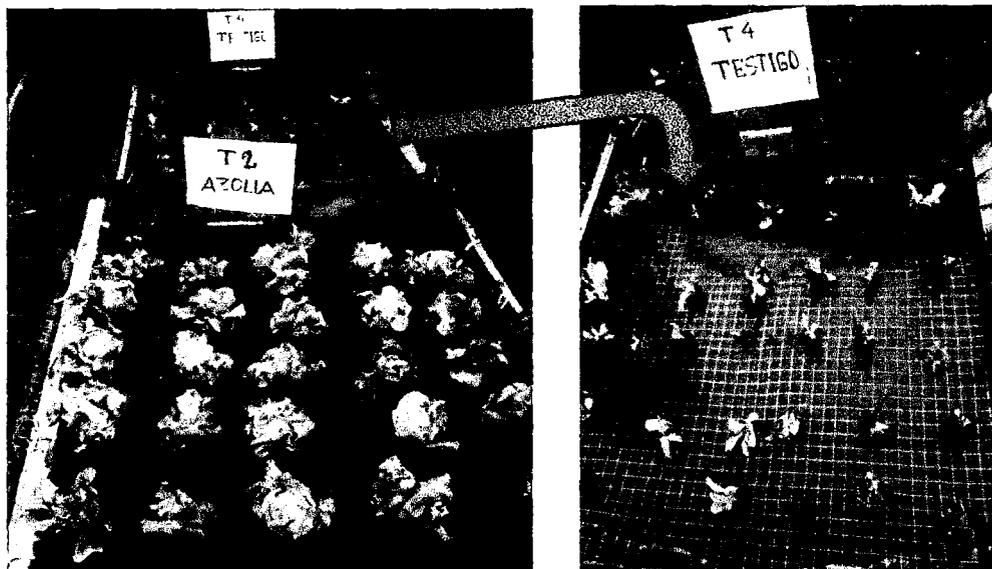
Tratamiento	Promedio			
	Número de hojas 20 días de trasplante	Número de hojas a 40 días de trasplante	Diámetro en cm a 40 días de trasplante	Biomasa seca en g a 55 días de trasplante
T2	9,625 <sup>a*</sup>	25,250 <sup>a</sup>	11,787 <sup>a</sup>	6,175 <sup>a</sup>
T1	9,125 <sup>a</sup>	13,575 <sup>b</sup>	8,662 <sup>b</sup>	2,425 <sup>b</sup>
T3	8,125 <sup>a</sup>	12,875 <sup>b</sup>	7,912 <sup>b</sup>	2,300 <sup>b</sup>
T4	5,138 <sup>b</sup>	11,500 <sup>b</sup>	6,862 <sup>c</sup>	2,275 <sup>b</sup>

\*. Letras diferentes presentan diferencias estadísticas significativas

La *Azolla* es un helecho acuático que vive en simbiosis con unas cianobacterias que es la *Anabaena*. La asociación simbiótica entre el *Azolla* y la cianobacterias filamentosa *Anabaena* sp, por su alta capacidad fijadora de nitrógeno ha adquirido en los últimos tiempos mucha importancia en el cultivo del arroz. El *Azolla*, ecológicamente es responsable del aumento sustancial del nitrógeno del medio ambiente debido a que durante su vida fija nitrógeno. Se conoce que la *Azolla* produce grandes cantidades de biomasa y fija cerca de 100 kg N/ha/mes; esto equivale a 400 kg de Sulfato de Amonio y cerca de 200 kg de Urea. Es por eso que los procesos biológicos que fijan el nitrógeno atmosférico necesario para el crecimiento de las plantas por medio de simbiosis o de los organismos vivos ofrecen un promisorio beneficio productivo, económico y ambiental. Aunque otros autores refieren que esta asociación puede fijar del aire sobre los 1200 kg de nitrógeno por hectárea por año en condiciones óptimas de temperatura, luz y composición química del suelo y agua, esta cualidad estaría siendo utilizada por la lechuga, como se aprecia en la figura 4.1.

26

Figura 4.1 Plantas de lechuga a los 55 días de siembra  
T2 (Azolla) Vs T4 (Testigo)



Con respecto a los tratamientos T1 y T3, que es Azolla más guano de isla y guano de isla sola, posiblemente por el contenido de sales que posee el guano de isla esté afectando el normal crecimiento de la Azolla, como de la Lechuga.

## V. CONCLUSIÓN

- El empleo de la Azolla en hidroponía con siembras de lechuga permite obtener cosechas sin aplicar fertilizantes.
- El guano de islas no tiene efectos deseables como fuente de nutrientes en la producción de lechuga hidropónica.
- Mediante el empleo de Azolla es posible obtener cosechas de lechugas hidropónicas a 55 días de trasplante
- La producción de lechuga en pozas que contenía *Azolla* acumuló 2,7 veces más materia seca con respecto al tratamiento T4 instalado solo en agua.
- El agua contenida en las pozas con *Azolla* (T2) no llegaron a incrementar su temperatura como en las pozas del tratamiento T3 y T4.
- La pérdida de espejo de agua en las pozas que contenía *Azolla* fue de 1 cm a la semana, en cambio en las pozas sin Azolla fueron de 6 cm.

## VI. RECOMENDACIONES

- Experimentar la *Azolla* con otros cultivos en hidroponía que demandan para su metabolismo principalmente de nitrógeno.
- Techar el ambiente a fin de proteger los cultivos instalados y el evitar el calentamiento y evaporación del agua
- Experimenta niveles de guano de islas como fertilizante en cultivos hidropónico
- Medir la temperatura del agua en tratamientos con y sin *Azolla*.

#### IV. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- ALARCON. A., 2005. Los Cultivos Hidropónicos de Hortalizas Extra tempranas Dpto. de Producción Agraria. Área Edafológica y Química Agrícola. Universidad Politécnica de Cartagena – Colombia.
- ANTICIDENTEINTERNET.WWW Infoagra.com
- BARCELO, Coll, Juan 1980. Fisiología Vegetal. Ediciones Pirámide, S.A. - Madrid. España.
- BARRIOS, A., 2004 Evaluación del cultivo de la lechuga *Lactuca sativa* L. bajo condiciones hidropónicas en pachalí, San Juan Sacatepéquez, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 55 p.
- BECERRA, M. 1991 *Azolla-Anabaena*, un recurso valioso para la producción agropecuaria en el Trópico. Convenio Interinstitucional para la producción agropecuaria en el Valle de Río Cauca, Colombia 70 p.
- CABRERA, 1988. Recurso natural renovable del Perú «guano de las islas». Separata del fórum «fertilizantes». CONCYTEC. 25-03-88. Lima-Perú.
- CALDEYRO. S, 2007, Hidroponía simplificada, Mejoramiento de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en niños de 0 a 6 años en Ecuador.
- CARRAPIÇO, 2001. *Azolla* as a Greenmanure. From the article *Azolla* as a biofertilizer in Africa. In press Revista de Ciencia Agraria,
- CARRAPIÇO, 2001. *Azolla* as a Green manure. From the article *Azolla* as a biofertilizer in Africa. In press Revista de Ciencia Agraria, V 23
- CASTAÑEDA. F., 1997, Instituto de Nutrición de Centro América Y Panamá (INCAP). manual de cultivos hidropónicos populares: producción de verduras sin usar la tierra. Guatemala, p. 5.
- CASTRO R. 2002. Uso del género *Azolla* como biofertilizante en hortalizas y el cultivo del arroz (*oryza sativa* L.) y cultivos tropicales, vol. 23, núm. 4, 2002, pp. 5-10, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas CUBA.

- CHANG, 2000, A. Manual práctico de hidroponía: sistema de raíz flotante y sistema de sustrato sólido. Perú, s.e. 42 p.
- CHUNG-CHU, L. 1987. Evaluation de Azolla utilizando en agriculturaproduction. Abril 1985, Manila. IRRRI.
- CIHNM, 1985, Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral (CIHNM) de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).
- DELCASTILLO, 2005 J. Cultivos en Bandeja Flotantes, Jornadas de Puertas Abiertas de los ENSAYOS de ITGA.
- DIRECCIÓN, 2000, de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, Innovación Tecnológica. Guía de producción de lechuga: sistema de raíz flotante (en línea). Honduras, Secretaría de Agricultura y Ganadería.
- Disponible en [http://www.sag.gob.hn/dicta/Paginas/lechuga\\_hidroponica.html](http://www.sag.gob.hn/dicta/Paginas/lechuga_hidroponica.html)
- En [WWW.UPbusiness.net](http://WWW.UPbusiness.net), [//www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm](http://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm)
- ESTRADA, A, 2003. Caracterización de sustratos orgánicos e inorgánicos a nivel de región en Guatemala y su efecto en el rendimiento de hortalizas en cultivo hidropónico. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 82 p.
- GODOY, Al. Hidroponía cultivos sin tierra. Guatemala, 2001. 80 p.
- INFOAGRO, ES. 2002. El cultivo de la lechuga (en línea). España. Disponible en <http://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>
- LARDIZÁBAL, R. manual de producción de lechuga [www.fintrac.com](http://www.fintrac.com)
- LAS ERAS, 2010 zolla , (En línea). 1ra Edición, Paraná Argentina: Atlas del DR. Pez, Disponible en: [www.atlasdr.pes.ar/acuario/aguadulce/plantas de aguadulce](http://www.atlasdr.pes.ar/acuario/aguadulce/plantas_de_aguadulce)
- MALCA, 2001 -Universidad Pacifico seminario de agro negocio lechuga hidropónico.
- MARULANDA, 2003. Manual Técnico – La huerta hidropónica popular, oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago – Chile pp. 61, 64
- PETERS, 1985. Aspects of nitrogen and carbon interchange in the Azolla-Anabaena symbiosis. Elsevier Sc. Publ.
- PETERS, G.A., 1983. The Azolla- Anabaena relationship Plant. Phys. Elsevier. Holanda.
- PETERS, G.A., 1985. Aspects of nitrogen and carbon interchange in the Azolla-Anabaena symbiosis. Elsevier Sc. Publ.

- QUINTERO, R. L., 1995 El sistema simbiótico fijador de nitrógeno Azolla-Anabaena. En: Agro microbiología, elemento útil en la agricultura sustentable. Colegio de Posgraduados de Ciencias Agrícolas, Montecillo Estado de México, p. 127-143.
- RAMÍREZ, 1986. Identificación de algas verdes fijadoras de nitrógeno en suelos inundados y sus efectos en el cultivo de arroz en la zona del sub proyecto de Riego América, Prov. Guayas, Universidad de Guayaquil.
- RODRÍGUEZ, S, 1956. Eficiencia del guano de Islas rico, como fertilizante Nitrogenados y fosfatado en el cultivo de papa. Tesis Ing. Agr. La Molina, Perú. 71 pp
- RODRÍGUEZ, 1999, Hidroponía agricultura y bienestar, Chihuahua (México), Doble Hélice-Universidad Autónoma de Chihuahua, p. 23.
- RODRÍGUEZ. A, Manual Práctico de Hidroponía, Universidad Nacional Agraria La Molina, Centro de Investigación y Nutrición Mineral. Lima – Perú. p. 84. 62
- SADABA S, 2007. Lechuga en cultivo hidropónico Acercamiento a nuevas formas de producción. NAVARRA AGRARIA p. 30.

**Evaluación del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Boston asociado con *Azolla* spp más guano de islas en cultivo hidropónico en el distrito de Lircay – Angaraes – Huancavelica**

**RESUMEN**

Con el objetivo de evaluar los beneficios que proporciona la asociación de *Azolla* y guano de islas en el cultivo hidropónico de la lechuga en Lircay, se desarrolló el presente trabajo durante el período comprendido entre mes de octubre hasta mes diciembre de 2013, en la orilla de río Sicra ubicado Pueblo Nuevo Molinoyoc pampa de Lircay, donde se construyeron las pozas hidropónicas. Se evaluó la influencia de *Azolla* y guano de islas sobre el cultivo de la lechuga. Los resultados muestran que esta hortaliza es influenciada en su crecimiento de forma positiva por el uso de *Azolla*, lo que permitió incrementar la altura, diámetro de cabeza, número de hojas, peso seco de la planta. Además, se observó que la asociación de este helecho *Azolla* cubrió totalmente la poza, formando una verdadera alfombra y además regula la temperatura del agua. La mayor producción de biomasa foliar y radicular de la lechuga (*Lactuca sativa*) se halló en las pozas que contenía solo *azolla*. El uso de este helecho por lo antes expuesto brinda beneficios económicos con respecto a los demás tratamientos y frente al testigo.

**Palabras Clave:** Fijación biológica; *Azolla* - *Anabaena*; biomasa; tasa de crecimiento en hidropónico.

**ABSTRACT.**

According to the results obtained from the month of October until month of December of the 2013; With the objective to evaluate the benefits that provides the association of-*Azolla* to the hydroponic cultivation of the [chuga] in Lircay, this work is developed during the period understood between month of October until month December 2013, in the border of Sicra [rio] located people new Molinoyocc pampas of Lircay, in hydroponic puddles. In the work evaluate the *Azolla influence* on the cultivation of the lettuce. The results show that this vegetable was influenced in a positive way for the use of *Azolla* in the treatments used, standing out the association with the cultivation of the lettuce in hydroponic, which permitted increase the height, diameter head first, number of sheets, weigh wither and of the plant, therefore, a significant increase in the performances. Moreover, observed that the ssociation of this azolla fern covered totally, by forming a true carpet, the puddles and regulates the temperature and the pH of the water. The reached cover for [azolla], went significantly superior to the others treatments, by achieving that the ubra *azolla in your totality the puddles with plantules of lettuce.*

**Key words:** Azolla, Lettuce, hydroponic, fixation biology, guano of isla

## INTRODUCCIÓN

La atención a los problemas emergentes de la pobreza urbana es una preocupación que exige tratamiento prioritario desde los diferentes estamentos de nuestras sociedades, dada la inmediatez de la demanda social generada por las precarias condiciones de vida de los grupos afectados. En tal sentido, La Agricultura Urbana se plantea como una estrategia de desarrollo socioeconómico alternativa a los programas asistencialistas, promoviendo, además de la seguridad alimentaria de las comunidades empobrecidas, la generación de fuentes de ingreso y empleo sostenidos en el tiempo, mediante redes de comercialización e intercambio de productos y de instancias de capacitación y educación agro-cultural.

Actualmente un número creciente de gobiernos locales reconocen el potencial de La Agricultura Urbana y periurbana como una estrategia efectiva para reducir la pobreza y mejorar la seguridad alimentaria, la salud y la economía doméstica de los grupos vulnerables.

Por esta razón la agricultura urbana adquiere un valor agregado para las mujeres, ya que les permite trabajar cerca de sus hogares, al mismo tiempo que pueden combinar esta actividad con sus múltiples responsabilidades diarias. Se han identificado casos en los que las mujeres de familias en las zonas urbanas ganan más en la producción de alimentos que sus cónyuges en un trabajo formal. Además, la actividad productiva y los ingresos independientes generados fortalecen su posición social a nivel familiar y comunitario.

En América Latina, la Hidroponía ha sido orientada para ayudar a solucionar los problemas de disponibilidad y a la vez de acceso de alimentos frescos y sanos, para ello va enfocada a la Hidroponía Popular con lo cual se realizan adaptaciones tecnológicas que puedan permitir el empleo de materiales locales o de aquellos que se puedan reciclar. En algunos países como Chile, Costa Rica, Colombia, Nicaragua y El Salvador, se han ejecutado proyectos de esta naturaleza con lo cual se ha contribuido a una mejora en la calidad de vida de las personas, siendo en su mayoría mujeres de aquellas comunidades beneficiadas, ya que por medio de las micro-empresas hidropónicas son auto-sostenibles, y sus productos obtenidos son de mejor calidad que aquellos cultivados en el sistema convencional **(Godoy, 2001)**

Según **Marulanda, (2003)** y **Sabada (2007)**, el sistema de cultivo de raíz flotante es un sistema eficiente para la producción del cultivo de lechuga, con excelentes resultados, ahorro de tiempo y altas producciones. A pesar de su mayor complejidad, es muy apto para las huertas hidropónicas populares. El método utiliza un medio líquido que contiene agua y sales nutritivas. Este sistema ha sido denominado por quienes lo practican "cultivo de raíz flotante", ya que las raíces flotan dentro de la solución nutritiva, pero las plantas están sostenidas sobre una lámina de "Plumavit" que se sostiene sobre la superficie del líquido.

#### **1.4. OBJETIVO: GENERAL**

- Evaluar el empleo de la *Azolla* más guano de islas en la producción hidropónica del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Boston en el distrito de Lircay, Angaraes.

#### **1.4 OBJETIVO ESPECÍFICO**

- Determinar el incremento de biomasa del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) como efecto de la incorporación de la *Azolla* más guano de islas en la producción hidropónica
- Establecer el tiempo de producción de la lechuga hidropónica como efecto de la incorporación de la *Azolla* y el guano de islas.

//

## 2. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 2.1 Número de hojas de *Lactuca sativa*

En los cuadros 4.1 y 4.2 se presenta el análisis de varianza con datos transformados del número de hojas de la lechua a los 20 y 40 días de trasplante empleando *Azolla* y guano de islas en Lircay - Angaraes. En ambos casos se aprecia que existen diferencias estadísticas a la prueba de F ( $\alpha: 0,05$ ) entre los tratamientos evaluados

Cuadro 4.1. El Análisis de Varianza de número de hojas de *Lactuca sativa* a los 20 días después de trasplante en condiciones hidropónicas en Lircay - Angaraes - Huancavelica" 2014.

FV	SC	GL	CM	FC	Probabilidad	Ft ( $\alpha:0,05$ )
Tratamientos	1,518	3	0,5062	5,036	0,0174	3,490
Error	1,206	12	0,1005			
Total	2,724	15				
% CV=10,983						

Cuadro 4.2. El Análisis de Varianza de número de hojas de *Lactuca sativa* a los 40 días después de trasplante en condiciones hidropónicas en Lircay - Angaraes - Huancavelica" 2014.

FV	SC	GL	CM	FT	Probabilidad	Ft ( $\alpha:0,05$ )
Tratamientos	6,512	3	2,171	32,856	0,00000456	3,490
Error	0,793	12	0,066			
Total	7,305	15				
% CV=6,45797648						

### 2.2. Diámetro de la cabeza de lechuga

En los cuadros 4.1 y 4.2 se presenta el análisis de varianza con datos transformados del número de hojas de la lechuga a los 40 días de trasplante empleando *Azolla* y guano de islas en Lircay - Angaraes. En la tabla se aprecia que existe diferencias estadísticas a la prueba de F ( $\alpha: 0,05$ ) entre los tratamientos evaluados.

Cuadro 4.3. El Análisis de Varianza del diámetro de cabeza de *Lactuca sativa* a los 40 días después de trasplante en condiciones hidropónicas en Lircay - Angaraes - Huancavelica" 2014.

FV	SC	GL	CM	FC	Probabilidad	Ft ( $\alpha:0,05$ )
Tratamientos	1,371	3	0,4571	81,114	0,0000000309	3,490
Error	0,067	12	0,0056			
Total	1,439	15				
%CV=2,47296787						

### 2.3. Biomasa seca de la lechuga

En los cuadros 4.4 se presenta el análisis de varianza con datos transformados de la biomasa seca de lechuga a los 55 días de trasplante empleando *Azolla* y guano de islas en Lircay - Angaraes. En el cuadro se aprecia que existen diferencias estadísticas a la prueba de F ( $\alpha: 0,05$ ) entre los tratamientos evaluados

Cuadro 4.4. El Análisis de Varianza de biomasa seca de (*Lactuca sativa* L) a los 55 días después de trasplante en condiciones hidropónicas en Lircay - Angaraes - Huancavelica" 2014.

ANÁLISIS DE VARIANZA biomasa seca a los 55d						
FV	SC	GL	CM	FC	Probabilidad	Ft ( $\alpha:0,05$ )
Tratamientos	2,338	3	0,779	22,744	0,0000306	3,490
Error	0,411	12	0,034			
Total	2,749	15				
% CV=9,7254						

### 2.4. Comparación de medias

En el cuadro 4.5 se presenta la comparación de medias empleando la prueba de Rango Múltiple de Tukey ( $\alpha=0,05$ ) de las variables evaluadas en el cultivo de Lechuga hidropónica empleando *Azolla* y guano de islas en Lircay – Angaraes. En todos los casos y variables evaluadas el tratamiento T2 es superior a los demás tratamientos; igualmente el tratamiento T4 es ocupa el último lugar en las variables evaluadas.

Cuadro 5. Comparación de medias de Rango Múltiple de Tukey ( $\alpha=0,05$ ) de las variables evaluadas en el cultivo de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica empleando *Azolla* y guano de islas en Lircay - Angaraes – Huancavelica. 2014.

Tratamiento	Promedio			
	Número de hojas 20 días de trasplante	Número de hojas a 40 días de trasplante	Diámetro en cm a 40 días de trasplante	Biomasa seca en g a 55 días de trasplante
T2	9,625 <sup>a*</sup>	25,250 <sup>a</sup>	11,787 <sup>a</sup>	6,175 <sup>a</sup>
T1	9,125 <sup>a</sup>	13,575 <sup>b</sup>	8,662 <sup>b</sup>	2,425 <sup>b</sup>
T3	8,125 <sup>a</sup>	12,875 <sup>b</sup>	7,912 <sup>b</sup>	2,300 <sup>b</sup>
T4	5,138 <sup>b</sup>	11,500 <sup>b</sup>	6,862 <sup>c</sup>	2,275 <sup>b</sup>

\*. Letras diferentes presentan diferencias estadísticas significativas

La *Azolla* es un helecho acuático que vive en simbiosis con unas cianobacterias que es la *Ana Baena*. La asociación simbiótica entre el *Azolla* y la cianobacterias filamentosa *Ana Baena* sp, por su alta capacidad fijadora de nitrógeno ha adquirido en los últimos tiempos mucha importancia en el cultivo del arroz. El *Azolla*, ecológicamente es responsable del aumento sustancial del nitrógeno del medio ambiente debido a que durante su vida fija nitrógeno. Se conoce que la *Azolla* produce grandes cantidades de biomasa y fija cerca de 100 kg N/ha/mes; esto equivale a 400 kg de Sulfato de Amonio y cerca de 200 kg de Urea. Es por eso que los procesos biológicos que fijan el nitrógeno atmosférico necesario para el crecimiento de las plantas por medio de simbiosis o de los organismos vivos ofrecen un promisorio beneficio productivo, económico y ambiental. Aunque otros autores refieren que esta asociación puede fijar del aire sobre los 1200 kg de nitrógeno por hectárea por año en condiciones óptimas de temperatura, luz y composición química del suelo y agua, esta cualidad estaría siendo utilizada por la lechuga, como se aprecia en la figura 4.1.

Con respecto a los tratamientos T1 y T3, que es *Azolla* más guano de isla y guano de isla sola, posiblemente por el contenido de sales que posee el guano de isla esté afectando el normal crecimiento de la *Azolla*, como de la Lechuga.

Determinaremos el costo de producción en el sistema de Raíz Flotante que es el preferido por quienes tienen el propósito de establecerse como empresa rentable, ya que la producción se logra en menos tiempo y con menor esfuerzo físico, pero con mayor dedicación y constancia: Sabemos por las clases anteriores que en el sistema flotante podemos obtener 31 lechugas adultas por metro cuadrado, de tal forma que determinamos el costo de producción por metro cuadrado de cultivo.

### 3. CONCLUSIÓN

- El empleo de la Azolla en hidroponía con siembras de lechuga permite obtener cosechas sin aplicar fertilizantes.
- El guano de islas no tiene efectos deseables como fuente de nutrientes en la producción de lechuga hidropónica.
- Mediante el empleo de Azolla es posible obtener cosechas de lechugas hidropónicas a 55 días de trasplante
- La producción de lechuga en pozas que contenía *Azolla* acumuló 2,7 veces más materia seca con respecto al tratamiento T4 instalado solo en agua.
- El agua contenida en las pozas con *Azolla* (T2) no llegaron a incrementar su temperatura como en las pozas del tratamiento T3 y T4.
- La pérdida de espejo de agua en las pozas que contenía *Azolla* fue de 1 cm a la semana, en cambio en las pozas sin *Azolla* fueron de 6 cm.
- El sistema hidropónico de cultivo de lechuga posee un manejo similar a uno convencional en suelo, pero se diferencian algunos procedimientos, en el sistema de almácigo y trasplante, sustratos utilizados, aplicación de fertilizantes entre otros, por lo tanto, se debe proporcionar todos los medios para este sistema, lo que involucra diversos costos, dependiendo del sistema de hidroponía que se utilice.
- Los costos de producción, más importantes son la solución nutritiva y el combustible utilizado en la distribución del producto.

- Las encuestas realizadas, más las entrevistas personales, mostraron que el mercado de la lechuga hidropónica, manifiesta un comportamiento creciente.

#### 4. **RECOMENDACIONES**

- Utilizar la *Azolla* en cultivo hidropónico de otros cultivos que demandan para su metabolismo principalmente de nitrógeno
- Techar el ambiente a fin de proteger los cultivos instalados y el evitar el calentamiento y evaporación del agua
- Profundizar el estudio en empleo del guano de islas como fertilizante en cultivos hidropónicos
- Medir la temperatura del agua en tratamientos con y sin *Azolla*

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- ALARCON. A., 2005. Los Cultivos Hidropónicos de Hortalizas Extra tempranas Dpto. de Producción Agraria. Área Edafológica y Química Agrícola. Universidad Politécnica de Cartagena – Colombia.
- ANTICIDENTEINTERNET.WWW Infoagra.com
- BARCELO, Coll, Juan 1980. Fisiología Vegetal. Ediciones Pirámide, S.A. - Madrid. España.
- BARRIOS, A., 2004 Evaluación del cultivo de la lechuga *Lactuca sativa* L. bajo condiciones hidropónicas en pachalí, San Juan Sacatepéquez, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 55 p.
- BECERRA, M. 1991 *Azolla-Anabaena*, un recurso valioso para la producción agropecuaria en el Trópico. Convenio Interinstitucional para la producción agropecuaria en el Valle de Río Cauca, Colombia 70 p.
- CABRERA, 1988. Recurso natural renovable del Perú «guano de las islas». Separata del fórum «fertilizantes». CONCYTEC. 25-03-88. Lima-Perú.
- CALDEYRO. S, 2007, Hidroponía simplificada, Mejoramiento de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en niños de 0 a 6 años en Ecuador.
- CARRAPIÇO, 2001. Azolla as a Greenmanure. From the article Azolla as a biofertilizer in Africa. In press Revista de Ciencia Agraria,
- CARRAPIÇO, 2001. Azolla as a Green manure. From the article Azolla as a biofertilizer in Africa. In press Revista de Ciencia Agraria, V 23
- CASTAÑEDA. F., 1997, Instituto de Nutrición de Centro América Y Panamá (INCAP). manual de cultivos hidropónicos populares: producción de verduras sin usar la tierra. Guatemala, p. 5.
- **CASTRO** R. 2002. Uso del género *Azolla* como biofertilizante en hortalizas y el cultivo del arroz (*oryza sativa* l.) y cultivos tropicales, vol. 23, núm. 4, 2002, pp. 5-10, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas CUBA.
- CHANG, 2000, A. Manual práctico de hidroponía: sistema de raíz flotante y sistema de sustrato sólido. Perú, s.e. 42 p.

- CHUNG-CHU, L. 1987. Evaluation de Azolla utilizando en agriculturaproduction. Abril 1985, Manila. IRRI.
- CIHNM, 1985, Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral (CIHNM) de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).
- DELCASTILLO, 2005 J. Cultivos en Bandeja Flotantes, Jornadas de Puertas Abiertas de los ENSAYOS de ITGA.
- DIRECCIÓN, 2000, de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, Innovación Tecnológica. Guía de producción de lechuga: sistema de raíz flotante (en línea). Honduras, Secretaría de Agricultura y Ganadería.
- Disponible en [http://www.sag.gob.hn/dicta/Paginas/lechuga\\_hidroponica.html](http://www.sag.gob.hn/dicta/Paginas/lechuga_hidroponica.html)
- En. [WWW.UPbusiness.net](http://WWW.UPbusiness.net), [//www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm](http://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm)
- ESTRADA, A, 2003. Caracterización de sustratos orgánicos e inorgánicos a nivel de región en Guatemala y su efecto en el rendimiento de hortalizas en cultivo hidropónico. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 82 p.
- GODOY, A.I. Hidroponía cultivos sin tierra. Guatemala, 2001. 80 p.
- INFOAGRO, ES. 2002. El cultivo de la lechuga (en línea). España. Disponible en <http://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>
- LARDIZÁBAL, R. manual de producción de lechuga [www.fintrac.com](http://www.fintrac.com)
- LAS ERAS, 2010 zolla, (En línea). 1ra Edición, Paraná Argentina: Atlas del DR. Pez, Disponible en: [www.atlasdr.pes.ar/acuario/aguadulce/plantas de aguadulce](http://www.atlasdr.pes.ar/acuario/aguadulce/plantas_de_aguadulce)
- MALCA, 2001 -Universidad Pacifico seminario de agro negocio lechuga hidropónico.
- MARULANDA, 2003. Manual Técnico – La huerta hidropónica popular, oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago – Chile pp. 61, 64
- PETERS, 1985. Aspects of nitrogen and carbon interchange in the Azolla-Anabaena symbiosis. Elsevier Sc. Publ.
- PETERS, G.A., 1983. The Azolla- Anabaena relationship Plant. Phys. Elsevier. Holanda.
- PETERS, G.A., 1985. Aspects of nitrogen and carbon interchange in the Azolla- Anabaena symbiosis. Elsevier Sc. Publ.
- QUINTERO, R. L, 1995 El sistema simbiótico fijador de nitrógeno Azolla-Anabaena. En: Agro microbiología, elemento útil en la agricultura sustentable. Colegio de Posgraduados de Ciencias Agrícolas, Montecillo Estado de México, p. 127-143.

4

- RAMÍREZ, 1986. Identificación de algas verdes fijadoras de nitrógeno en suelos inundados y sus efectos en el cultivo de arroz en la zona del sub proyecto de Riego América, Prov. Guayas, Universidad de Guayaquil.
- RODRÍGUEZ, S, 1956. Eficiencia del guano de Islas rico, como fertilizante Nitrogenados y fosfatado en el cultivo de papa. Tesis Ing. Agr. La Molina, Perú. 71 pp
- RODRÍGUEZ, 1999, Hidroponía agricultura y bienestar, Chihuahua (México), Doble Hélice-Universidad Autónoma de Chihuahua, p. 23.
- RODRÍGUEZ. A, Manual Práctico de Hidroponía, Universidad Nacional Agraria La Molina, Centro de Investigación y Nutrición Mineral. Lima – Perú. p. 84. 62
- SADABA S, 2007. Lechuga en cultivo hidropónico Acercamiento a nuevas formas de producción. NAVARRA AGRARIA p. 30.

# ANEXO

Anexo 1. Datos originales del número de hojas de lechuga a los 20 días de trasplante

	T1	T2	T3	T4	SUMA	PROMEDIO
I	12	11	6.5	4.8	34.3	8.575
II	8	6	10.5	5.55	30.05	7.5125
III	10	10.5	7.5	5.1	33.1	8.275
IV	6.5	11	8	5.1	30.6	7.65
SUMA	<b>36.5</b>	<b>38.5</b>	<b>32.5</b>	<b>20.55</b>	128.05	32.0125
PROMEDIO	<b>9.125</b>	<b>9.625</b>	<b>8.125</b>	<b>5.1375</b>		8.003125

Anexo 2. Datos originales del número de hojas de lechuga a los 40 días de trasplante

	T1	T2	T3	T4	SUMA	PROMEDIO
I	15.5	23	10.5	11	60	15
II	15	24.5	11	12	62.5	15.625
III	13.5	27.5	14.5	11	66.5	16.625
IV	10.3	26	15.5	12	63.8	15.95
SUMA	<b>54.3</b>	<b>101</b>	<b>51.5</b>	<b>46</b>	252.8	63.2
PROMEDIO	<b>13.575</b>	<b>25.25</b>	<b>12.875</b>	<b>11.5</b>		

Anexo 3. Datos originales del diámetro de lechuga a los 40 días de trasplante

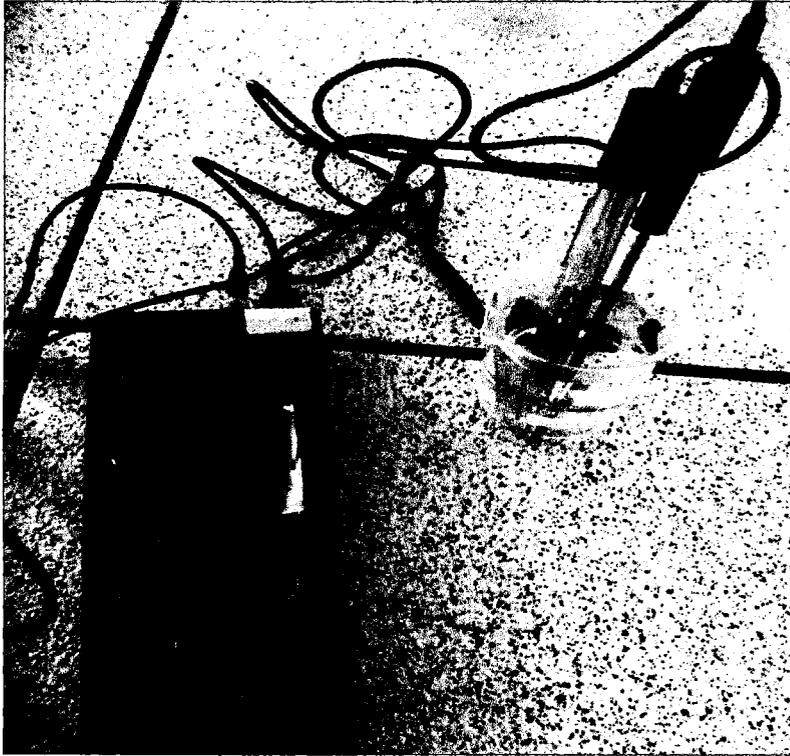
	T1	T2	T3	T4	SUMA	PROMEDIO
I	9.2	11.2	7.2	6.6	34.2	8.55
II	8.15	11.65	8.1	7.1	35	8.75
III	9.1	12.1	8.2	6.65	36.05	9.0125
IV	8.2	12.2	8.15	7.1	35.65	8.9125
SUMA	<b>34.65</b>	<b>47.15</b>	<b>31.65</b>	<b>27.45</b>	140.9	35.225
PROMEDIO	<b>8.6625</b>	<b>11.7875</b>	<b>7.9125</b>	<b>6.8625</b>	35.225	

Anexo 4. Datos originales de la biomasa seca de lechuga a los 55 días de trasplante

	T1	T2	T3	T4	SUMA	PROMEDIO
I	2.4	4.35	2.4	2.3	11.45	2.8625
II	2.055	8.15	2.35	2.3	14.855	3.71375
III	2.5	7.35	2.65	2.15	14.65	3.6625
IV	2.25	4.85	2.3	2.35	11.75	2.9375
SUMA	<b>9.205</b>	<b>24.7</b>	<b>9.7</b>	<b>9.1</b>	52.705	13.17625
PROMEDIO	<b>2.30125</b>	<b>6.175</b>	<b>2.425</b>	<b>2.275</b>		

Anexo 5. Determinación del pH del agua empleado en el experimento

Analisis de agua para cultivo de Lechuga (*Lactuca sativa* L) en hidroponia.



Anexo 6. Vista del crecimiento de la lechuga en los tratamientos en evaluación

