



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Componente práctico del Examen de Grado de carácter Complexivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo para obtener el título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA:**

“Beneficios de las soluciones nutritivas, para el desarrollo y crecimiento de plantas hidropónicas del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.)”

**AUTOR:**

Luis Jordan Aguilar Ledesma.

**TUTOR:**

Ing. Marlon López Izurieta, MSc

Babahoyo - Los Ríos – Ecuador

2022

## RESUMEN

El presente trabajo de caso, estudia sobre los beneficios de las soluciones nutritivas, para el desarrollo y crecimiento de plantas hidropónicas del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) la lechuga es una hortaliza que ha alcanzado gran importancia debido a la gran diversidad de climas y la adaptabilidad que presenta; se consume en estado fresco o industrializado, ya que la mayoría de los cultivos hortícolas son ricos en vitaminas y de fácil digestión las conclusiones ; la lechuga es una hortaliza que ha alcanzado gran importancia debido a la gran diversidad de climas y la adaptabilidad que presenta; se consume en estado fresco o industrializado; uno de sus problemas en el cultivo de lechuga en hidroponía tiene un bajo conocimiento sobre el manejo y a su vez sobre el uso de las soluciones nutritivas del mismo ; Los problemas surgen son en lo general los factores que se deben tener en cuenta al cultivar en hidroponía, ya que si utilizamos cualquier sistema hidropónico, en lo cual la mayor parte de los problemas surgen de la falta de o demasiada agua, la humedad, la temperatura, o problemas de pH, las plantas que se sobre riegan, comenzarán a experimentar la pudrición de la raíz, esto a menudo puede hacer que las plantas dejen de formar nuevas hojas. Cualquier hoja nueva que se forma a menudo será mucho más oscura que las otras y los bordes se vuelven marrones. El exceso de riego también puede causar la formación de material orgánico no deseado, tales como hongos, y estos traerá que las soluciones nutritivas no puedan ser aprovechadas por las plantas y no tendrán una buena producción ni rendimiento del máximo y de los beneficios de los cultivos con el uso de sustancias nutritivas. La aplicación de soluciones nutritivas en cultivos hidropónicos de hortalizas para obtener una mayor y mejor producción de calidad usando los beneficios de las soluciones nutritivas habrá que dar un mejor manejo de las (SN) y a su vez un mayor control del cultivo y para lograrlo se necesitará programas y buen manejo de fertilizantes, completos.

Palabras claves: Lechuga, Soluciones Nutritivas, Hidroponía, Preparación.

## **SUMMARY**

The present case work studies the benefits of nutritional solutions for the development and growth of hydroponic plants for growing lettuce (*Lactuca sativa* L.) Lettuce is a vegetable that has achieved great importance due to the great diversity of climates. and the adaptability it presents; It is consumed fresh or industrialized, since most horticultural crops are rich in vitamins and easily digestible. Conclusions ; lettuce is a vegetable that has achieved great importance due to the great diversity of climates and its adaptability; it is consumed fresh or industrialized; one of his problems in the cultivation of lettuce in hydroponics is that he has little knowledge about its management and, in turn, about the use of its nutritive solutions; The problems that arise are generally the factors that must be taken into account when growing in hydroponics, since if we use any hydroponic system, in which most of the problems arise from the lack of or too much water, humidity, temperature, or pH issues, plants that are overwatered will begin to experience root rot, this can often cause plants to stop forming new leaves. Any new leaves that do form will often be much darker than the others and the edges will turn brown. Excessive irrigation can also cause the formation of unwanted organic material, such as fungi, and these will cause the nutrient solutions to be unable to be used by the plants and will not have a good production or yield of the maximum and benefits of the crops. with the use of nutrients. The application of nutritive solutions in hydroponic vegetable crops to obtain a greater and better-quality production using the benefits of the nutritive solutions will have to give a better management of the NS and in turn a greater control of the crop and to achieve this, programs and good management and use of fertilizers, recipes and complete fertilizers.

Keywords: Lettuce, Nutrient Solutions, Hydroponics, Preparation.

# CONTENIDO

RESUMEN.....	ii
SUMMARY .....	iii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
MARCO METODOLÓGICO.....	3
1.1 Definición del tema caso de estudio.....	3
1.2 Planteamiento del problema.....	3
1.3 Justificación.....	3
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo General.....	4
1.4.2 Objetivo Específicos.....	4
1.5 Fundamentación teórica.....	5
1.5.1 Origen de la lechuga.....	5
1.5.2 Taxonomía de la lechuga.....	5
1.5.3 Características botánicas de la lechuga.....	5
1.5.4 Elementos nutricionales macro y micronutrientes.....	6
1.5.5 Elementos macronutrientes: .....	6
1.5.6 Elementos micronutrientes: .....	7
1.5.7 Que es el agua.....	8
1.5.8 Calidad del agua en el cultivo hidropónico de la lechuga.....	9
1.5.9 pH del agua.....	9
1.5.10 Dureza.....	9
1.5.11 Salinidad del agua.....	9
1.5.12 Alcalinidad del agua.....	10
1.5.13 Relación calcio, magnesio.....	10
1.5.14 Conductividad Eléctrica.....	10

1.5.15	Principales fertilizantes solubles utilizados para hidroponía, concentraciones y reacciones. ....	11
1.5.16	Nitrato de calcio.....	11
1.5.17	Sulfato de magnesio heptahidratado. ....	11
1.5.18	Fosfato Mono potásico. ....	11
1.5.19	Sulfato de amonio. ....	12
1.5.20	Que es solución nutritiva. ....	12
1.5.21	Preparación de Soluciones Nutritivas .....	12
1.5.22	Beneficios de las soluciones nutritivas para la lechuga. ....	13
1.5.23	Efecto del antagonismo y sinergismo de los fertilizantes. ....	14
1.5.1	Que es Antagonismo. ....	14
1.5.2	Elementos antagónicos. ....	14
1.5.3	Que es sinergismo.....	15
1.5.4	Elementos sinérgicos.....	15
1.5.5	Relación entre el agua y la hidroponía.....	15
1.5.6	Tipos de sistemas hidropónicos.....	15
1.5.7	Sistema hidropónico de Raíz flotante. ....	15
1.5.8	Sistema NFT (NUTRIENT FLOW TECHNIC) .....	16
1.5.9	Sistema DFT (DEEP FLOWTECHNIQUE).....	16
1.6	Hipótesis .....	17
1.7	Metodología de la investigación .....	17
Capitulo II.....		18
Resultado de la investigación.....		18
2.1	Desarrollo del caso .....	18
2.2	Situación detectada (hallazgo) .....	18
2.3	Soluciones planteadas .....	19
2.4	Conclusiones .....	19
2.5	Recomendaciones .....	20

3	Bibliografia.....	21
---	-------------------	----

## **INTRODUCCIÓN.**

El cultivo de lechuga es una de las hortalizas más importantes y actualmente es considerada la hortaliza de hoja por excelencia, dada su alta calidad culinaria como ensalada fresca. Se cultiva en todo el mundo bajo diferentes sistemas de cultivo, al aire libre y bajo invernadero, en suelo y también por su fácil adaptación a los sistemas hidropónicos por lo que se considera un alimento con alto nivel de inocuidad al ser cultivado bajo condiciones controladas donde se limita la aplicación excesiva de pesticidas (Cajo 2016).

Técnicas de cultivo hidropónico o sin suelo que tienen en cuenta el rigor necesario para el éxito productivo con la máxima eficiencia y sostenibilidad medioambiental, ya sea a nivel profesional o principiante. Describimos tanto las infraestructuras simples como las complejas que se pueden utilizar y diseñar, así como las bases y el manejo que aseguran el correcto crecimiento y rendimiento de las plantas cultivadas en estos sistemas. Quien se inicia en estas técnicas puede luego profundizar en esta ciencia y técnica, descubriendo las claves y normas para obtener resultados favorables (Urrestarazu 2016).

La hidroponía puede producir plantas predominantemente herbáceas en estructuras simples o complejas utilizando ubicaciones o áreas como invernaderos con o sin techo, suelos estériles, terreno accidentado y aire acondicionado. Partiendo de este concepto, un sistema con aporte de soluciones nutritivas estáticas o cíclicas sin perder de vista el sustrato (el medio que sostiene a la planta) ni las necesidades de la planta como temperatura, humedad, agua y nutrientes. La palabra proviene del griego HIDRO (agua) y PONOS (obra o trabajo) y literalmente significa trabajar en el agua. Sin embargo, ahora se usa como un término que se refiere al cultivo que no usa suelo (Beltrano y Gimenez, 2015).

Una solución nutritiva es una disolución acuosa que contiene oxígeno y nutrientes, estando dichos nutrientes completamente disueltos en formas disponibles para las plantas. Dentro de estos nutrientes se encuentran elementos esenciales y elementos benéficos. Las soluciones nutritivas juegan

un papel importante en los procesos de crecimiento de las plantas, se dividen en dos grandes grupos el más importante están los nutrientes principales que son los que proveen en mayor cantidad las necesidades que las plantas solicitan y los elementos menores o micronutrientes, estos micronutrientes son importantes como los nutrientes principales la diferencia es que son requeridos en cantidades mínimas por las plantas (Axayacatl 2019).

Algunas plantas tienen la facilidad de absorber los nutrientes disueltos en el agua, lo que facilita el trabajo en la hidroponía, permitiendo de esta forma el desarrollo vegetativo de la planta, especialmente en el cultivo de lechuga, lo cual favorece el desarrollo económico del productor.



# CAPÍTULO I

## MARCO METODOLÓGICO.

### 1.1 Definición del tema caso de estudio.

El presente estudio de caso se desarrolló con la finalidad de establecer los Beneficios de las soluciones nutritivas, para el desarrollo y crecimiento de plantas hidropónicas del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*).

### 1.2 Planteamiento del problema.

El aumento constante de la población y la disminución de los suelos agrícolas fértiles, causan preocupación por el abastecimiento de alimentos hoy en día la tecnología evalúa en pro del aumento de la productividad y la sustentabilidad mediante el mejoramiento genético de algunas plantas, como con la inclusión de tecnologías de alto impacto sobre rendimiento y calidad de la lechuga así como, agricultura de precisión, tecnologías de riego y nutrición, la cual, en estos momentos los productos fertilizantes se han incrementado lo que conlleva aumentar los costos de producción cuando se lo realiza a causa pro alimento con aplicación edáficas que se utiliza en cantidades altas.

### 1.3 Justificación.

El cultivo sin suelo es la técnica más utilizada para la producción de hortalizas en invernadero. Este sistema de producción requiere un suministro continuo de nutrientes suministrados a través de una solución nutritiva (SN) que contiene elementos esenciales para el desarrollo óptimo del cultivo.

Los altos costos de los fertilizantes influyen directamente en los costos de la producción de los cultivos, por tal motivo cuando hacemos hidroponía con soluciones nutritivas disminuirá los costos derivados a la cantidad reducida de fertilizante que es mínima.

## **1.4 Objetivos.**

### **1.4.1 Objetivo General.**

- Establecer los beneficios de las soluciones nutritivas, para el desarrollo y crecimiento de plantas hidropónicas del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.)

### **1.4.2 Objetivo Específicos.**

- Determinar la mejor solución hidropónica para el cultivo de lechuga.
- Analizar los beneficios de la calidad del agua en la producción de lechuga en hidroponía.

## **1.5 Fundamentación teórica.**

### **1.5.1 Origen de la lechuga.**

Los orígenes de la lechuga son bastante antiguos, con lienzos que representan este vegetal en las tumbas egipcias que datan del 4500 a.C. Es nativo de Asia Menor en la costa sur del Mediterráneo y probablemente fue adaptado en Egipto. Su cultivo data de 2.500 años antes que él y era conocido por griegos y romanos. La primera lechuga a la que se hace referencia fue la Acogorada, conocida en Europa en el siglo XVI, pero con hojas sueltas., después del proceso de adaptación se dispersó rápidamente por el Mediterráneo y posteriormente a Europa Occidental su cultivo en América es de 1494 (Gutierrez SF).

### **1.5.2 Taxonomía de la lechuga.**

La lechuga corresponde a la familia dicotiledónea más grande del dominio vegetal, la Asterácea, conocida anteriormente como Compositae. La lechuga es muy diversa, principalmente debido a los diferentes tipos de hojas y hábitos de crecimiento de las plantas. Esto ha llevado a varios autores a distinguir cultivares de plantas de la especie, y existen varios cultivares que son importantes como cultivos hortícolas en diferentes partes del mundo. Por lo tanto, su taxonomía es la siguiente: División: Magnoliophyta – Clase: Magnoliopsida – Orden: Asterales – Familia: Asteraceae Subfamilia: Cichorioideae – Tribu: Lactuceae – Genero: Lactuca – Especie: Lactuca sativa L. (Saavedra y Antúnez 2017).

### **1.5.3 Características botánicas de la lechuga.**

La lechuga es una planta anual auto polinizada con una raíz pivotante ligeramente más gruesa en la corona y que disminuye gradualmente en profundidad, a veces alcanzando profundidades de 60 cm o más. Las raíces laterales son más densas cerca de la superficie. Por lo tanto, la absorción de nutrientes y agua tiene lugar principalmente en las capas superiores del suelo.

Las hojas sésiles están dispuestas en espiral en rosetas densas alrededor de tallos cortos. El desarrollo de rosetas continúa durante el período

vegetativo de la planta, como en la lechuga de hoja, o forma cabezas redondeadas, como en la escarola y las cabezas de mantequilla, o cabezas alargadas, como en las costinas o romanas. Hay una variación considerable en color, forma, tipo de superficie, márgenes y textura entre los diversos tipos y formas de lechuga. El grado de verde de las hojas varía de oscuro a claro, pero la calidad del verde depende del tinte amarillento. Adicionalmente, la presencia de antocianinas puede estar presente en toda la hoja o en los sectores que le dan diferentes tonalidades (Godoy 2020).

#### **1.5.4 Elementos nutricionales macro y micronutrientes.**

Las plantas, así como todos los organismos y microorganismos necesitan de nutrientes para poder reproducirse ya que luego de ser incorporados se reorganizan dentro del organismo para formar las nuevas células que integran su constitución interna.

La planta para su subsistencia, desarrollo y producción necesita de algunos elementos nutricionales que se los encuentra en el ambiente, como son Carbono, Hidrógeno, Oxígeno y Nitrógeno, el mismo que forma parte del aire y del suelo.

#### **1.5.5 Elementos macronutrientes:**

Según López (2021) la planta necesitan los siguientes macronutrientes, Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio y Azufre para su desarrollo y producción, para lo cual hace las siguientes distinciones a cada uno de ellos:

**Nitrógeno:** Es uno de los de 4 elementos más importantes para el desarrollo y producción de la planta, se encuentra presente en el ambiente con el 78% aunque constituye una gran parte del aire que respiramos, la mayoría de los organismos vivos no pueden acceder a él de esta forma. El nitrógeno atmosférico debe pasar por un proceso natural llamado fijación de nitrógeno para transformarse antes de que pueda usarse para la nutrición de las plantas.

**Fósforo:** El fósforo (P) es uno de los 17 nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. Sus funciones no pueden ser ejecutadas por ningún otro nutriente y se requiere un adecuado suplemento de P para que la planta

crezca y se reproduzca en forma óptima.

**El potasio:** Mantiene el equilibrio iónico y el estatus hídrico dentro de la planta. Está involucrado en la producción y transporte de azúcares, activación enzimática, y síntesis de proteínas.

**Calcio:** Se ha demostrado en que el calcio mejora en el crecimiento de raíces en diferentes cultivos y en el caso de leguminosas participa en el desarrollo de nódulos.

**Azufre:** Tiene funciones que sirven a la planta como sistema de defensa y detoxificación. El azufre es importante en la protección de las células, ya que evita la deshidratación por calor y sequía y también juega un papel en la protección de los daños de las células por frío.

**Magnesio:** Tiene movilidad en las plantas, así que los síntomas de su deficiencia aparecen primero en las hojas más viejas: se tornan amarillas con venas verdes (i. e., clorosis intervenal). Aunque por lo general la disponibilidad del magnesio para ser absorbido por las plantas no resulta afectada significativamente por el pH de los sustratos para cultivo sin suelo, sí aumenta a medida que éste se incrementa. La deficiencia de magnesio a menudo es provocada por la falta de aplicación, pero también puede ser inducida si existen altos niveles de calcio, de potasio o de sodio en el sustrato.

#### **1.5.6 Elementos micronutrientes:**

Según, Lopez (2022) menciona que la planta necesita ciertos nutrientes en pequeñas cantidades, pero que son muy esenciales para su crecimiento, desarrollo y producción, entre ellos tenemos: Hierro, Boro, Manganeso, Zinc, cloro, cobre y Molibdeno, tal como se detalla a continuación:

**Hierro:** En las plantas es un microelemento esencial para su desarrollo. Su papel es clave porque interviene en la síntesis de la clorofila y participa en otros procesos enzimáticos y metabólicos sin los cuales las plantas no pueden llevar a cabo su ciclo vital.

**Boro:** Está involucrado en la producción de ácidos nucleicos y hormonas

vegetales, el movimiento de azúcares en las plantas y en el metabolismo de carbohidratos y su translocación.

**Manganeso:** Es esenciales para el crecimiento y desarrollo normal de las plantas. De todas formas, este elemento es considerado como un micronutriente por la cantidad pequeña que requiere la planta.

**Zinc:** Es uno de los micronutrientes que la planta necesita para tener un crecimiento y reproducción normal.

**Cobre:** Facilita a la formar lignina en las paredes celulares, que proporcionan firmeza para mantener las plantas en postura derecho. Es importante para la formación de polen viable, de semillas y la resistencia al estrés.

**Cloro:** Tiene una actividad enlazada a la fotosíntesis y participa en el mantenimiento de la turgencia celular.

**Molibdeno:** El último de los micronutrientes requeridos, la planta necesita en menor cantidad, la deficiencia de molibdeno y la toxicidad son menos comunes, pero la deficiencia de molibdeno se observa con mayor frecuencia en las flores de Pascua.

### **1.5.7 Que es el agua.**

El agua es una sustancia líquida inodora, insípida e incolora que existe en estado más o menos puro en la naturaleza y ocupa una proporción significativa (70%) de la superficie terrestre. Además, es una sustancia bastante común en el sistema solar y en el espacio, pero en forma de vapor (en forma gaseosa) o de hielo (en forma sólida) (Álvarez 2021).

El agua tiene una estructura no lineal. Los dos átomos de hidrógeno se unen al átomo de oxígeno y forman un ángulo de 104,5 grados entre sí. Además del alto valor de electronegatividad del átomo de oxígeno, esta distribución de sus átomos produce la formación de un dipolo eléctrico que determina la polaridad del agua (Álvarez 2021).

### **1.5.8 Calidad del agua en el cultivo hidropónico de la lechuga.**

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 el agua se aplica a las plantas de la solución nutritiva.

### **1.5.9 pH del agua.**

El rango óptimo está entre 5,5 y 6,5 pH: en este rango, de hecho, la mayoría de los nutrientes necesarios son solubles en agua. Es muy importante tener a la mano un medidor de pH para así estar muy atento a los niveles recomendados (Barrios 2004).

### **1.5.10 Dureza.**

El agua dura contiene sales de calcio y magnesio. Los niveles son generalmente bajos y ayudan a prevenir cambios excesivos de pH. Existen nutrientes alternativos para agua dura o blanda, pero no se preocupe si no se los proporcionan, ya que son menos deterministas (Basterrechea 2014).

De 0 a 79 mgCaCO<sub>3</sub>/l, Agua muy blanda

De 80 a 149 mgCaCO<sub>3</sub>/l, Agua blanda

De 150 a 329 mgCaCO<sub>3</sub>/l, Agua semi dura

De 330 a 549 mgCaCO<sub>3</sub>/l, Agua dura

Más de 550 mgCaCO<sub>3</sub>/l, Agua muy dura

### **1.5.11 Salinidad del agua.**

La salinidad del agua se mide en términos de conductividad eléctrica, que sean muy adecuadas para el cultivo. Representa la cantidad total de sales inorgánicas disueltas en el agua (Velasco 2007).

Calidad buena < 0,77

Calidad media 0,77-2,24

Calidad baja > 2,24

#### **1.5.12 Alcalinidad del agua.**

Aguilar (2012) La alcalinidad está estrechamente relacionada con el pH. Si el pH del agua está entre 4,3 y 8,3, se detectan iones de bicarbonato y carbonato, los valores superiores a 8,3 detectan hidróxido y los valores de pH inferiores a 4,3 se consideran no alcalinos. La alcalinidad se expresa en miligramos de carbonato de calcio por litro. La medición de la alcalinidad ayuda a controlar las incrustaciones y la corrosión en los sistemas de alimentación (Flores 2017).

#### **1.5.13 Relación calcio, magnesio.**

Tanto la calidad del agua, En muchos casos, se pueden agregar uniformemente grandes cantidades de calcio y magnesio, dependiendo de la conductividad del agua. Existe una regla que establece la absorción completa de calcio y magnesio en el agua de riego, y debe ser en una proporción de 2 a 1 o mayor. Con un pH de 8,5 y una conductividad de 1,2 mS/cm, puede aportar grandes cantidades sobre todo de calcio y magnesio. En este ejemplo, las cantidades serían ( Agronotips c.f).

- Calcio: 200 mg/L = 10 meq/L = 5 mmoles/L

- Magnesio: 100 mg/L = 8,23 meq/L = 4,11 mmoles/L

#### **1.5.14 Conductividad Eléctrica.**

La conductividad eléctrica (CE) la cantidad de solución nutritiva hidropónica es una medida de todas las sales disueltas en el agua, incluidas las mezcladas con fertilizantes y las presentes como impurezas en el agua. Si la fuente de agua es relativamente pura, la conductividad eléctrica es un buen indicador de la cantidad de fertilizante disponible para la aplicación planta, pero hay algunos cultivos que tienen tolerancia a sales. El cultivo de lechuga tolera como óptimo una conductividad eléctrica de 1,3 dS/m media (Rizo 2016).



### **1.5.15 Principales fertilizantes solubles utilizados para hidroponía, concentraciones y reacciones.**

Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K). Magnesio (Mg), Azufre (S) y micronutrientes: Boro (B), Cobre (Cu). Molibdeno (Mo), Manganeso (Mn) y Zinc (Zn).

### **1.5.16 Nitrato de calcio.**

El nitrato de calcio presenta una considerable solubilidad en agua. Es el elemento básico del abono sólido que se introduce en el sedimento o depósito para diluir la solución nutritiva antes de introducir la solubilidad a 20 °C = 446 kg /1000 L de agua Solubilidad a 30 °C = 535 kg /1000 L de agua Solubilidad a 40 °C = 645 kg/1000 L de agua (Sembralia 2021).

### **1.5.17 Sulfato de magnesio heptahidratado.**

El sulfato de magnesio heptahidratado es un fertilizante soluble que pertenece al grupo de fertilizantes sulfatados muy utilizados en agricultura y horticultura. Utilizado como corrector de carencias de magnesio en suelos. El magnesio es el quinto macroelemento en orden de importancia para la nutrición y el crecimiento de las plantas. Constituye el átomo central de la clorofila y es un elemento esencial para el crecimiento de las plantas. Realiza la fotosíntesis y la vida vegetal; participa en la asimilación y el transporte del fósforo (Dueñas 2018).

### **1.5.18 Fosfato Mono potásico.**

Es el abono simple pero muy concentrado porque contiene un 86 % de nutrientes limpios (fósforo y potasio). Ideal para fertiirrigación y Nutrición Foliar. Cuenta con uno de los índices salinos más bajos entre los fertilizantes, donde se posesiona entre el fertilizante ideal para cultivos hidropónicos. Este producto es blanco, no tiene impurezas hay productos que mejoran la solución nutritiva como Nova Peak que funciona como agente amortiguador de la acidificación en la solución madre del tanque (Solvesa Ecuador 2020).

### 1.5.19 Sulfato de amonio.

Fertilizantes que son claves para la elaboración de mezclas físicas. Como es conocido en el campo, es un excelente fertilizante de doble acción ya que aporta dos macronutrientes sumados al contenido de azufre que favorece las condiciones físicas y químicas de los suelos agrícolas. Fórmula química: La fórmula química del sulfato de amonio es  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ . Solubilidad y pH Solubilidad: depende de la temperatura. 70,6 g/100 mL (0 °C) 74,4 g/100 mL (20 °C) 103,8 g/100 mL (100 °C) pH: El pH suele estar entre 5 y 7 cuando se solubiliza este fertilizante es un fertilizante ácido densidad relativa: 1,77 g/cc Proceso de adquisición: La adquisición del sulfato de amonio como producto industrial se produce por conversión de amoníaco gaseoso ( $\text{NH}_3$ ) mezclado con agua corriente. Generar vapor para saturar y absorber ácido sulfúrico (Sembralia 2021).

### 1.5.20 Que es solución nutritiva.

Una solución es compuesta por soluto y solvente. El soluto es la sustancia que disuelve y el solvente lo que la disuelve, la solución nutritiva es el medio acuoso en el cual se encuentran disueltos los nutrientes esenciales para el correcto crecimiento y desarrollo de las plantas, y es la vía principal de nutrición de cultivos en hidroponía. Una solución nutritiva completa debe tener: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro, molibdeno, manganeso, boro, zinc, cobre y níquel. En la solución nutritiva estos elementos están en forma de iones para que las plantas puedan tomarlos, ya que no puede absorberlos en su forma elemental mezclas y soluciones de los productos (Intagri 2017).

La solución nutritiva expuesta por Bechhart y Connors citado por Intagri (2017) para el cultivo de lechuga hidropónica, es la siguiente:

Para 200 L de agua, disolver las siguientes cantidades de fertilizantes:

Solución nutritiva	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B	Mo
	95	18	106	27	27	35	0,01	2,5	0,25	0,25	0,25	0,005

Concentración elemental en solución nutritiva (ppm). Honduras, Zamorano, 2006.

## Preparación de Soluciones Nutritivas

Se utilizó una solución nutritiva preparada, con base en la solución adaptada por Raudales Banegas 2003, Cárdenas Castillo 2004 y Ferrufino Norori 2005. Estas se basaron en las establecidas por la Administración de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA) y por Hoagland y Arnon (1938) (Garzón 2012).

Solución nutritiva	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B	Mo
Solución nutritiva (adaptación)	48	9	53	13	5	18	0,005	1,25	0,13	0,13	0,13	0,003
Solución (final) 1	143	27	159	40	40	53	0,015	3,75	0,38	0,38	0,38	0,008
Solución (final) 2	190	36	212	53	53	70	0,02	5,00	0,5	0,5	0,5	0,01

Concentración elemental en solución nutritiva (ppm). Honduras, Zamorano, 2006.

La solución nutritiva expuesta por Bechhart y Connors dan una mejor respuesta tiene entre las otras soluciones, debido al incremento de la producción, mientras que la solución de crecimiento muestra un resultado positivo en relación a esta característica de la planta, pues se incrementa el tamaño de sus hojas, pero en menor proporción que la de Bechhart y Connors.

### 1.5.21 Beneficios de las soluciones nutritivas para la lechuga.

La lechuga es de los cultivos de hoja que más acumula  $\text{NO}_3^-$ , esto indica que la concentración  $\text{N-NH}_4^+$  y/o  $\text{N-NO}_3^-$  deben estar en equilibrio; de tal manera que la condición de pH se mantenga y la dinámica de otros elementos sea estable. La gran riqueza que se obtiene en la producción hidropónica de lechuga, es muy buena ya que se ve una mejor producción y excelentes resultados de venta por los buenos nutrientes que brindan las plantas al momento del consumo unos de los beneficios de las soluciones nutritivas es la capacidad de establecer soluciones adecuadas para cada cultivo en este caso el sembrío de lechuga.

### **1.5.22 Flujo de la solución nutritiva para el cultivo de lechuga.**

La solución nutritiva circulante debe ajustarse a una lámina con un flujo continuo de 2 l/min para que se mantenga por más tiempo la solución nutritiva (3 a 4 meses), para ello, debe tratarse adecuadamente su conductividad eléctrica y el pH. El caudal indicado permite que las raíces obtengan cantidades óptimas de oxígeno, agua y nutrientes (Carrasco y Izquierdo 1996).

### **1.5.23 Efecto del antagonismo y sinergismo de los fertilizantes.**

Un efecto sinérgico se puede definir como una acción estimulante que produce un elemento A absorbiendo a otro B, favoreciendo ambos el desarrollo de la planta el NO<sub>3</sub> contribuye con la absorción de: Ca, Mg, K, Mo el NH<sub>4</sub><sup>+</sup> contribuye con la absorción de: Mn, P, S, Cl por lo tanto el antagonismo al momento que se realiza el contacto con otro nutriente tienen las siguientes reacciones los nutrientes en estado de iones pueden ejercer ciertas acciones unos a otros que conducen a reducir o aumentar la absorción de ciertos nutrientes, se dice que hay antagonismo cuando un ion A detiene la absorción de la planta de un ion B cuando su concentración se aumenta en el medio de cultivo y su efecto llega a ser máximo cuando el ion A supera la concentración del ion B deteniendo en su totalidad la absorción de la planta, los principales antagonismos: (A) Calcio – Sodio (B) (A) Calcio – Potasio (B) (A) Magnesio – Potasio (B) (A) Magnesio – Calcio (B) (Beliel 2014).

#### **1.5.1 Que es Antagónicos.**

El antagonismo es cuando el aumento de la concentración de un elemento por encima de un cierto nivel reduce la absorción de otro elemento. Estos antagonismos dependen, entre otros factores, del tamaño del ion hidratado y de su carga (Antonio 2017).

#### **1.5.2 Elemento antagónico.**

Los principales elementos antagonistas son NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> Mg<sup>2+</sup> y K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>/NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Quizás el elemento de mayor preocupación en los suelos calizos es el Ca, que antagoniza a muchos elementos (Antonio 2017).

### **1.5.3 Que es sinergismo.**

Un efecto sinérgico es que el aumento de la concentración de un elemento mejora la absorción de otro. No depende del tamaño del ion, sino de su carga. Por ejemplo,  $\text{NO}_3^-/\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_4\text{H}^-/\text{Mg}^{2+}$ .  $\text{NO}_3^-/\text{K}^+$ , Azufre/Nitrógeno.

### **1.5.4 Elementos sinérgicos.**

El azufre y el nitrógeno son elementos nutrientes sinérgicos y deben aplicarse simultáneamente y el potasio también debe aplicarse al mismo tiempo trabaja a favor de fertilizante nitrogenado aplicado.

### **1.5.5 Relación entre el agua y la hidroponía.**

La palabra hidroponía proviene del latín hydro y ponos, que significan agua y trabajo respectivamente. Así que su definición literal es “trabajar en agua” y por definición un verdadero cultivo hidropónico. En el modo de raíz bajo el agua, el medio es agua y nutrientes minerales (Soto 2015).

### **1.5.6 Tipos de sistemas hidropónicos**

Son sistemas de cultivo hidropónicos adecuados al espacio que el productor le quiera brindar a sus productos, todos los sistemas hidropónicos son muy buenos para realizar soluciones nutritivas que beneficien el desarrollo y crecimiento de las plantas.

### **1.5.7 Sistema hidropónico de Raíz flotante.**

En este método, las plantas se colocan sobre una sábana o balsa (generalmente hecha de espuma de poliestireno) que flota en la solución nutritiva, permitiendo que las raíces se hundan en la solución. Las bombas de aire proporcionan a las raíces el oxígeno que necesitan para un desarrollo óptimo. Este es uno de los sistemas hidropónicos más simples y económicos que son muy populares en las aulas y actividades educativas. Sin embargo, pocas plantas crecen bien en este sistema, entre las que destacan la lechuga y otras hojas verdes (Generación Verde 2017).

Las plantas de lechuga sembradas con 4 a 5 hojas verdaderas absorben de 50 a 100 ml por día de la solución nutritiva, mientras que cuando alcanzan su tamaño comercial toman entre 200 y 300 ml (Carrasco y Izquierdo 1996).

#### **1.5.8 Sistema NFT (NUTRIENT FLOW TECHNIC).**

Se basa del flujo permanente de una pequeña cantidad de solución que circula a través de tubos, de los cuales el cultivo los toma para su nutrición. Conocido por su recirculación continua de líquidos, este sistema puede proporcionar la siguiente información como ejemplo. Posee canales de PVC sostenidos por estructuras de aluminio (mesas) que los soportan de dimensiones variables en largo y ancho, una mesa de 3,90 x 1,80 m, 1 mesa de 4,90 x 1,80 m, 5 mesas de 6 x 1,80 m, 8 mesas en total con una capacidad de 1470 plantas. Está ligeramente inclinado para que la solución nutritiva pueda circular fácilmente. Los canales de PVC tienen orificios de 0,07 m de diámetro con un espacio de 0,16 m y un espacio entre canales de 0,27 m (Garzón 2012).

#### **1.5.9 Sistema DFT (DEEP FLOWTECHNIQUE).**

Presenta recirculación de la solución nutritiva igual que el NFT, por medio de una bomba, eliminando la necesidad de aireación y presenta la disposición de una plancha sobre la solución nutritiva con las mismas ventajas y desventajas del sistema flotante. El sistema DFT se clasifica como un híbrido de los dos sistemas anteriores. Similar a NFT, las bombas se utilizan para recircular la solución de nutrientes, eliminando la necesidad de aireación y colocando las plantas en la superficie solución altamente nutritivo con los mismos pros y contras que los sistemas flotantes (Servicios Integrales del Agro 2014).

## **1.6 Hipótesis.**

El documento esta presto para analizar el trabajo investigativo, sobre el desarrollo y crecimiento de plantas hidropónicas en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*).

## **1.7 Metodología de la investigación.**

Esta investigación se desarrolla como un componente no experimental de carácter bibliográfico a través de técnicas de análisis, síntesis y de la información obtenida.

Para la elaboración de este documento se tomó información de textos actualizados, bibliotecas virtuales, revistas, páginas web y artículos científicos que ayuden a desarrollar investigaciones sobre los beneficios de las soluciones nutritivas para el desarrollo y crecimiento de plantas hidropónicas para lechuga (*Lactuca sativa L.*).

## Capítulo II

### Resultado de la investigación.

#### 2.1 Desarrollo del caso.

El documento presente trata sobre los beneficios de las soluciones nutritivas, para el desarrollo y crecimiento de plantas hidropónicas del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.)

La aplicación de soluciones nutritivas en cultivos hidropónicos de hortalizas de hoja como la lechuga es de vital importancia de esta forma la lámina de solución nutritiva es un componente dinámico de elementos químicos; por ende, constituyen la base del suministro de nutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo de las hortalizas de hojas.

#### 2.2 Situación detectada (hallazgo).

Entre las situaciones se presentan:

La mejor solución nutritiva es la descrita por Bechhart y Connors la cual es para aprovechar un mayor crecimiento y desarrollo de la lechuga las plantas que se sobre riegan, comenzarán a experimentar la pudrición de la raíz, esto a menudo puede hacer que las plantas dejen de formar nuevas hojas cualquier hoja nueva que se forma a menudo será mucho más oscura que las otras y los bordes se vuelven marrones. El exceso de riego también puede causar la formación de material orgánico no deseado, tales como hongos.

Si las plantas están recibiendo suficiente agua mientras se utiliza el método de hidroponía, probablemente no van a sufrir por la falta de humedad a su vez se puede observar que las hojas más viejas morirán por completo, también puede impedir gravemente el desarrollo de sus capullos.

Si las plantas parecen estar sufriendo de algún tipo de deficiencia de nutrientes y la solución nutritiva parece estar bien equilibrada y todos los demás factores se tienen en cuenta, es muy probable que sufra debido a una solución nutritiva que es demasiado ácida o alcalina. El pH ideal para una



solución de nutrientes es 5,5.

### **2.3 Soluciones planteadas.**

Los cultivos difieren en sus demandas nutricionales, lo que significa que requieren de soluciones nutritivas distintas, y para cada cultivo soluciones nutritivas según sus como la planta lo valla requiriendo. Las condiciones climáticas y métodos de cultivos también son variables que influyen en la formulación de soluciones nutritivas y deben indiscutiblemente ser considerados. El éxito de las soluciones nutritivas está determinado entonces, por la constitución de dicha solución, relacionada entre varios iones minerales, conductividad eléctrica y pH.

La aplicación de soluciones nutritivas en cultivos hidropónicos de vegetales de hojas como la lechuga sugiere que la absorción de lechuga en estos sistemas es generalmente proporcional a la concentración de nutrientes en la solución cerca de las raíces y está influenciada por factores ambientales. Solución nutritiva salinidad, oxigenación, temperatura, pH.

En los sistemas hidropónicos, la mayoría de los nutrientes de las plantas se suministran a través de soluciones nutritivas. Los programas de fertilizantes, recetas y fertilizantes completos son enfoques básicos para la creación de soluciones nutritivas.

### **2.4 Conclusiones.**

La aplicación de soluciones nutritivas en cultivos hidropónicos de hortalizas para obtener una mayor y mejor producción de calidad usando los beneficios de las soluciones nutritivas se tendrá que dar un mejor manejo de las (SN) y a su vez un mayor control del cultivo para lograrlo se necesitará programas de buen manejo y uso de fertilizantes, completos.

Los cultivos discrepan en sus demandas nutricionales, lo que significa que solicitan de soluciones nutritivas distintas, para cada cultivo soluciones nutritivas según sus etapas fenológicas ya que las condiciones climáticas y

métodos de cultivos también son variables que influyen en la formulación de soluciones nutritivas y deben evidentemente ser considerados en los sistemas hidropónicos por la mayoría de los nutrientes de las plantas se suministran a través de soluciones nutritivas los programas de fertilizantes son enfoques básicos para la creación de soluciones nutritivas.

La calidad del agua en las soluciones nutritivas es una parte fundamental dada por la importancia que esta brinda en la producción de lechuga en hidroponía, tanto como la dureza, la salinidad, el pH y la conductividad eléctrica todo esto facilita la solubilidad de las soluciones nutritivas para un buen desarrollo y crecimiento de la planta.

## **2.5 Recomendaciones.**

Llevar a cabo estrategias para que los agricultores promuevan el uso de cultivos hidropónicos y a su vez usar un buen manejo de las soluciones nutritivas para incrementar sus rendimientos y utilizar (SN) que sean eficiente para el cultivo de lechuga. Evaluar en ensayos la aplicación de soluciones nutritivas, para incrementar la producción de los cultivos hidropónicos de lechuga.

Utilizar el agua de 5.5 a 6.5 de pH; una dureza de menos de 150 miligramos de carbono de calcio por litro de agua; la salinidad del agua inferior a menos 0,77 de conductividad eléctrica; La relación calcio magnesio, 2 a 1 (calcio: 200 miligramo por litros y magnesio: 100 miligramo por litro).

### 3 Bibliografía

- Agronotips. c.f. *Agronotips*. Obtenido de portalfruticola: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2022/08/01/la-importancia-del-magnesio-en-las-plantas/#:~:text=%2D%20Interviene%20en%20la%20s%C3%ADntesis%20y,metabolismos%20b%C3%A1sicos%20de%20la%20planta.>
- Álvarez Dianelys . 2021. *Agua*. Obtenido de concepto.de: <https://concepto.de/agua/>
- Antonio , M. 2017. *Nutrición vegetal. Antagonismos y sinergias entre elementos nutritivos*. Obtenido de herografertilizantes: <https://herografertilizantes.com/nutricion-vegetal-antagonismos-y-sinergias-entre-elementos-nutritivos/#:~:text=El%20antagonismo%20consiste%20en%20que,K%2B%2C%20Cl%2D%2FNO3%2D.>
- Axayacatl, O. 2019. *¿Qué es una solución nutritiva?* Obtenido de blogagricultura: <https://blogagricultura.com/que-es-una-solucion-nutritiva/>
- Barrios, N. 2004. *Evaluación del cultivo de la Lechuga, Lactuca sativa L.* Obtenido de <http://biblioteca.usac.edu.gt/>: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_2071.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2071.pdf)
- Basterrechea, M. 2014. *3 conceptos básicos de hidroponía #2: pH y calidad del agua*. Obtenido de hidroponiacasera: <https://www.hidroponiacasera.net/calidad-del-agua-y-ph-en-hidroponia-guia-basica/>
- Beliel. 2014. *Sinergismos y Antagonismo de nutrientes*. Obtenido de arcuma.com: <https://www.arcuma.com/dr.cannabis/547-sinergismos-y-antagonismo-de-nutrientes.html>
- Beltrano, J., & Gimenez, D. 2015. *Cultivo en hidroponía*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata EDULP.
- Cajo Curay, A. 2016. *Producción hidropónica de tres variedades de lechuga (Lactuca sativa L), bajo el sistema NFT, con tres soluciones nutritivas*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/>: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/23421>
- Dueñas, J. 2018. *Desarrollo de una propuesta de mejora para el proceso de producción de sulfato de magnesio (MgSO4) usado como fertilizante en hebesta S.A.S*. Obtenido de <http://52.0.229.99/>: <http://52.0.229.99/bitstream/20.500.11839/7206/1/6132174-2018-2-IQ.pdf>
- Flores, E. 2017. *Evaluación de la calidad de agua tratada de los sectores*. Obtenido de [dspace.ucuenca.edu.ec](https://dspace.ucuenca.edu.ec/): <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/27100/1/TESIS.pdf>

- Garzón , S. 2012. *Evaluación del rendimiento de tres variedades de lechuga*. Obtenido de [bdigital.zamorano.edu: https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/9706303e-4908-4574-823b-b758dbaa9462/content](https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/9706303e-4908-4574-823b-b758dbaa9462/content)
- Garzón, S. 2012. *Evaluación del rendimiento de tres variedades de lechuga*. Obtenido de [bdigital.zamorano.edu: https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/9706303e-4908-4574-823b-b758dbaa9462/content](https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/9706303e-4908-4574-823b-b758dbaa9462/content)
- Generación Verde . 2017. *Tipos de sistemas hidropónicos para cultivar*. Obtenido de [generacionverde: https://generacionverde.com/blog/hidroponia/tipos-de-sistemas-hidroponicos/](https://generacionverde.com/blog/hidroponia/tipos-de-sistemas-hidroponicos/)
- Godoy, C. 2020. *taxonomia lechuga*. Obtenido de [tiendahidroponiaciudad.cl: https://tiendahidroponiaciudad.cl/wp-content/uploads/2020/03/taxonomia-lechuga-1.pdf](https://tiendahidroponiaciudad.cl/wp-content/uploads/2020/03/taxonomia-lechuga-1.pdf)
- Gutierrez, L. SF. *EL CULTIVO DE LECHUGA*. Obtenido de [scholar.google.es: http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/70077/secme-3276\\_1.pdf?sequence=1](http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/70077/secme-3276_1.pdf?sequence=1)
- Intagri. 2017. *Solución Nutritiva y su Monitoreo Mediante Análisis Químico Completo*. Obtenido de [intagri.com: https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/solucion-nutritiva-y-su-monitoreo-mediante-analisis-quimico-completo](https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/solucion-nutritiva-y-su-monitoreo-mediante-analisis-quimico-completo)
- Lopez, J. 2021. *La función del magnesio en el cultivo de plantas*. Obtenido de [pthorticulture: https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/la-funcion-del-magnesio-en-el-cultivo-de-plantas/](https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/la-funcion-del-magnesio-en-el-cultivo-de-plantas/)
- Lopez, J. 2022. *Rol del molibdeno en el cultivo de plantas*. Obtenido de [pthorticulture: https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-molibdeno-en-el-cultivo-de-plantas/](https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-molibdeno-en-el-cultivo-de-plantas/)
- Rizo, E. 2016. *Obtén mejor rendimiento con manejo apropiado de pH y CE en sistemas hidropónicos*. Obtenido de [hortalizas.com: https://www.hortalizas.com/nutricion-vegetal/obten-mejor-rendimiento-con-manejo-apropiado-de-ph-y-ce-en-sistemas-hidroponicos/](https://www.hortalizas.com/nutricion-vegetal/obten-mejor-rendimiento-con-manejo-apropiado-de-ph-y-ce-en-sistemas-hidroponicos/)
- Saavedra, G., & Antúnez, M. 2017. *Manual de producción de lechuga*.
- Sembralia. 2021. *Nitrato de calcio en la agricultura. Descubre sus usos, funciones y características*. Obtenido de [sembralia.com: https://sembralia.com/blogs/blog/nitrato-de-calcio](https://sembralia.com/blogs/blog/nitrato-de-calcio)
- Sembralia. 2021. *Sulfato de amonio. Ventajas Agronómicas para cultivos extensivos e intensivos. Características Principales y Tipos de Sulfato Amónico*. Obtenido de [sembralia.com: https://sembralia.com/blogs/blog/sulfato-de-amonio](https://sembralia.com/blogs/blog/sulfato-de-amonio)

Servicios Integrales del Agro. 2014. *Aprende a como hacer cultivo hidroponico*.  
Obtenido de [actualizandocambios.blogspot.com](https://actualizandocambios.blogspot.com):  
<https://actualizandocambios.blogspot.com/2014/03/sistemas-utilizados-en-la-hidroponia.html>

Solvesa Ecuador.2020. *Fosfatos Agricola*. Obtenido de [solvesacorp.com](http://www.solvesacorp.com):  
<http://www.solvesacorp.com/solvesa/solvesa-productos-fosfatos.html>

Soto, F. 2015. *Hidroponía: Sistemas de cultivo en agua*. Obtenido de [kerwa.ucr.ac.cr](https://www.kerwa.ucr.ac.cr): <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/86385>

Urrestarazu Gavilán, M. 2016. *Manual práctico del cultivo sin suelo e hidroponía*. Ediciones Paraninfo, SA.

Velasco, M. 2007. *salinidad agua riego y suelo*. Obtenido de Users:  
<file:///C:/Users/Betzy/Downloads/salinidad%20agua%20riego%20y%20suelo.pdf>