



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**EFECTO DE ABONOS FOLIARES ORGÁNICOS EN EL  
RENDIMIENTO DE CULTIVARES DE APIO (*Apium graveolens* L.)  
EN CONDICIONES DE INVERNADERO – PUNO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**KARLA YASMINA CASAS ROMERO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**PUNO – PERÚ**

**2018**



## DEDICATORIA

A DIOS, ya que sin el nada podemos hacer. DIOS es quien nos concede el privilegio de la vida y nos ofrece lo necesario para lograr nuestras metas. Gracias por las pruebas que me hacen crecer como persona y me permite dar lo mejor de mí.

A mis amados padres, Julia y José por haberme dado la vida, y enseñarme que las metas son alcanzables y que una caída nos es una derrota sino el principio de una lucha que siempre termina en logros y éxitos. Este triunfo también es de ustedes. Los amo.

A mi familia por siempre estar pendiente de mí y llenando cada día un espacio más en mi corazón. GRACIAS POR SU APOYO.

A Silvia y Joam, por ser parte tan importante y especial en mi vida, gracias por comprenderme y ayudarme en toda mi carrera y por siempre creer en mí.

*Karla Yasmina*



## AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional del Altiplano, a la Facultad de Ciencias Agrarias en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, por sus enseñanzas impartidas para mi formación profesional.

A los miembros del Jurado calificador de Tesis, por sus observaciones y recomendaciones para la mejor culminación del trabajo de investigación.

Al Ing. M.Sc. Francis Miranda Choque, por todo su apoyo brindado durante la ejecución de la Tesis.

Al Ing. M.Sc. Julio Mayta Quispe, por su apoyo brindado para la presentación de la Tesis.

A mis grandes amigos y compañeros que siempre estuvieron alentándome y apoyándome.

*Karla Yasmina*



## ÍNDICE GENERAL

Pág.

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTO**

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**ÍNDICE DE TABLAS**

**ÍNDICE DE ACRÓNIMOS**

**RESUMEN** ..... 12

**ABSTRACT**..... 13

### **CAPÍTULO I**

#### **INTRODUCCIÓN**

**1.1. HIPÓTESIS GENERAL**..... 15

**1.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS**..... 15

**1.3. OBJETIVO GENERAL**..... 16

**1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS** ..... 16

### **CAPÍTULO II**

#### **REVISIÓN DE LITERATURA**

**2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN**..... 17

**2.2. MARCO TEÓRICO**..... 22

2.2.1. Origen del cultivo de apio ..... 22

2.2.2. Importancia del cultivo de apio ..... 23

2.2.3. Clasificación taxonómica ..... 24

2.2.4. Descripción botánica ..... 24



2.2.5. Características morfológicas .....	26
2.2.6. Características generales de los cultivares de apio .....	27
2.2.7. Descripción del cultivo de apio .....	28
2.2.8. Adaptabilidad del cultivo.....	28
2.2.9. Almácigo .....	29
2.2.10. Requerimiento del cultivo .....	29
2.2.11. Labores culturales.....	31
2.2.12. Cosecha.....	33
2.2.13. Rendimiento .....	33
2.2.14. Conservación .....	33
2.2.15. Agricultura orgánica .....	33
2.2.16. Abonos orgánicos .....	34
2.2.17. Composición química de abonos.....	37
2.2.18. Funciones de los elementos nutritivos.....	38
2.2.19. Fulvex .....	39
2.2.20. Características de acción de Fulvex en la planta .....	41
2.2.21. SW-3 Seaweed Creme (crema de algas).....	42
2.2.22. GO Isolates .....	47
2.2.23. Importancia del ambiente protegido .....	49
2.2.24. Variables micro climáticas en ambiente protegido .....	50
<b>2.3. MARCO CONCEPTUAL .....</b>	<b>52</b>

### CAPÍTULO III

#### MATERIALES Y MÉTODOS

<b>3.1. LUGAR DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>56</b>
<b>3.2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>56</b>



<b>3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA .....</b>	<b>56</b>
<b>3.4. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL .....</b>	<b>56</b>
<b>3.5. FACTORES EN ESTUDIO.....</b>	<b>57</b>
<b>3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL .....</b>	<b>58</b>
<b>3.7. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO.....</b>	<b>59</b>
3.7.1. Acopio de semilla de apio .....	59
3.7.2. Muestreo de suelo experimental .....	59
3.7.3. Preparación de almácigo.....	59
3.7.4. Preparación de parcelas experimentales .....	60
3.7.5. Trasplante de plántulas de apio .....	60
3.7.6. Aplicación de abonos orgánicos foliares comerciales.....	60
3.7.7. Labores culturales.....	61
3.7.8. Cosecha.....	61
<b>3.8. MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES DE RESPUESTA POR OBJETIVO.....</b>	<b>62</b>
3.8.1. Altura de planta de los cultivares de apio con la aplicación de abonos foliares orgánicos en condiciones de invernadero.....	62
3.8.2. Número de hojas basales de los cultivares de apio a la aplicación de abonos foliares orgánicos en condiciones de invernadero.....	62
3.8.3. Rendimiento de cultivares de apio a la aplicación de abonos foliares orgánicos en condiciones de invernadero.....	63
<b>3.9. OBSERVACIONES .....</b>	<b>63</b>
3.9.1. Análisis de suelo experimental.....	63



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ALTURA DE PLANTA DE LOS CULTIVARES DE APIO BAJO LA APLICACIÓN DE ABONOS FOLIARES ORGÁNICOS BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO.....	66
4.2. NÚMERO DE HOJAS BASALES DE LOS CULTIVARES DE APIO A LA APLICACIÓN DE ABONOS FOLIARES ORGÁNICOS EN CONDICIONES DE INVERNADERO.....	71
4.3. RENDIMIENTO DE CULTIVARES DE APIO A LA APLICACIÓN DE ABONOS FOLIARES ORGÁNICOS BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO.....	75
V. CONCLUSIONES .....	81
VI. RECOMENDACIONES .....	83
VII.REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	84
ANEXOS.....	92

**ÁREA:** Ciencias Agrícolas

**TEMA:** Manejo Agronómico de Hortalizas, Forestales, Plantas Ornamentales, Aromáticas y Medicinales.

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 28 DE DICIEMBRE DEL 2018



## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Croquis de distribución de tratamientos.....	57
<b>Figura 2.</b> Promedio de altura de planta por efecto de los cultivares de apio. ....	67
<b>Figura 3.</b> Promedio de altura de planta por efecto de los abonos orgánicos. ....	68
<b>Figura 4.</b> Altura de planta por cultivares de apio y abonos orgánicos.....	69
<b>Figura 5.</b> Promedio de número de hojas basales por efecto de los cultivares de apio...	72
<b>Figura 6.</b> Promedio de número hojas basales por efecto de los abonos orgánicos.....	73
<b>Figura 7.</b> Número de hojas basales por cultivares de apio y abonos orgánicos.....	74
<b>Figura 8.</b> Rendimiento por parcela por efecto de los cultivares de apio.....	76
<b>Figura 9.</b> Rendimiento por parcela por efecto de los abonos orgánicos.....	77
<b>Figura 10.</b> Número de hojas basales por cultivares de apio y abonos orgánicos.....	78
<b>Figura 11.</b> Preparación de almácigo y sembrío de semillas de apio.....	95
<b>Figura 12.</b> Que representa la emergencia de plántulas de apio.....	95
<b>Figura 13.</b> Que representa la limpieza del área del terreno dentro de invernadero .....	96
<b>Figura 14.</b> Terreno preparado y nivelado para la siembra. ....	96
<b>Figura 15.</b> Foto que muestra el crecimiento y desarrollo del cultivo de apio.....	97
<b>Figura 16.</b> Foto de la aplicación foliar de abonos foliares orgánicos por tratamiento a los 30 días.....	97
<b>Figura 17.</b> Aplicación foliar de abonos foliares orgánicos a los 60 días por tratamiento .....	98
<b>Figura 18.</b> Riego del cultivo del apio dentro de invernadero .....	98
<b>Figura 19.</b> Desarrollo del cultivo de apio dentro de invernadero .....	99
<b>Figura 20.</b> Medición de altura de planta con cinta métrica.....	99
<b>Figura 21.</b> Cosecha de apios por tratamiento.....	100





<b>Figura 22.</b> Cosecha de apio del tratamiento T7 y T11 .....	100
<b>Figura 23.</b> Plantas de apio cosechadas listas para pesado. ....	101
<b>Figura 24.</b> Pesado de plantas de apio en la cosecha. ....	101
<b>Figura 25.</b> Certificado de análisis de suelo .....	102
<b>Figura 26.</b> Tabla de interpretación de resultados para análisis de suelo.....	103



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> Dosis de aplicación de abonos foliares orgánicos por parcela.....	61
<b>Tabla 2.</b> Análisis físico – químico inicial del suelo experimental .....	64
<b>Tabla 3.</b> Análisis de varianza para altura de planta antes de la cosecha.....	66
<b>Tabla 4.</b> Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) para abonos orgánicos sobre altura de planta. ....	68
<b>Tabla 5.</b> Análisis de varianza para número de hojas basales durante la cosecha.....	72
<b>Tabla 6.</b> Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) para abonos orgánicos sobre número de hojas basales. ....	73
<b>Tabla 7.</b> Análisis de varianza para el rendimiento en la cosecha.....	75
<b>Tabla 8.</b> Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) para abonos orgánicos sobre rendimiento del cultivo.....	77
<b>Tabla 9.</b> Promedios de crecimiento en altura de planta (cm).....	92
<b>Tabla 10.</b> Promedios de número de hojas basales de apio (N°) .....	92
<b>Tabla 11.</b> Promedios de peso de plantas de apio (g/planta).....	93
<b>Tabla 12.</b> Promedios de peso de plantas de apio ( $\text{kg/m}^2$ ) .....	93
<b>Tabla 13.</b> Promedios de peso de plantas de apio ( $\text{kg/ha}$ ).....	94



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

A0	: Testigo (sin abono foliar orgánico)
A1	: Crema de algas
A2	: Fulvex
A3	: Goisolet
C1	: <i>Apium graveolens</i> cv. Híbrido Green King
C2	: <i>Apium graveolens</i> cv. Lleno Blanco Mejorado
C3	: <i>Apium graveolens</i> cv. Self Blanching
CEDEFOA	: Centro de Desarrollo y Fomento a la Autoayuda
C.E.	: Conductividad eléctrica
C.M.	: Cuadrados medios
C.V.	: Coeficiente de variación o coeficiente de variabilidad
CEDAF	: Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal
FAO	: La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
F.V.	: Fuente de variación
F <sub>c</sub>	: F calculada
G.L.	: Grados de libertad
INIA	: Instituto Nacional de Innovación Agraria.
MINAGRI	: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego
MINAM	: Ministerio del Ambiente
M.O.	: Materia orgánica
S.C.	: Suma de cuadrados
UNAL	: Universidad Nacional Agraria La Molina
cm	: Centímetros
ha	: Hectárea
kg	: Kilogramo
lt	: Litros
pH	: Potencial de hidrogeno
m <sup>2</sup>	: metro cuadrado
m.s.n.m.	: metros sobre el nivel del mar
*	: Es significativo
**	: Es altamente significativo



## RESUMEN

El trabajo de investigación se ejecutó en un invernadero del Centro de Producción e Investigación Camacani, perteneciente a la Universidad Nacional del Altiplano, ubicado en el distrito de Platería, provincia y región de Puno. A 24 km al sur de la ciudad de Puno, con la siguiente posición geográfica: Latitud Sur 15°52', Longitud Oeste 69°53' y a una altitud de 3812 m.s.n.m. Los objetivos fueron: a) Evaluar la altura de planta de los cultivares de apio con la aplicación de abonos foliares orgánicos en condiciones de invernadero. b) Estimar el número de hojas basales de los cultivares de apio a la aplicación de abonos foliares orgánicos bajo condiciones de invernadero. c) Determinar el rendimiento de cultivares de apio a la aplicación de abonos foliares orgánicos en condiciones de invernadero. Los factores en estudio fueron tres cultivares de apio (Apio híbrido Green King, Apio Lleno Blanco Mejorado y Apio Self Blanching) y tres Abonos orgánicos foliares orgánicos (Testigo (sin abono foliar orgánico), Crema de algas, Fulvex y Goisolet). El diseño estadístico fue Completamente al azar, con arreglo factorial de 3 x 4 (3 cultivares de apio x 4 abonos foliares orgánicos), con 12 tratamientos y 3 repeticiones, con un total de 36 unidades experimentales. La dosis de aplicación por cada abono orgánico foliar fue de 1lt/100 lt de agua. Los resultados obtenidos fueron: a) En altura de planta, no hubo diferencias estadísticas entre los cultivares de apio, diferenciándose numéricamente donde el cultivar Apio Lleno Blanco Mejorado tuvo mayor altura de planta con 57.33 cm, seguido del cultivar Apio híbrido Green King con 54.50 cm y el cultivar de apio Self Blanching con 53.83 cm. Entre los abonos orgánicos no hubo diferencias estadísticas, diferenciándose numéricamente donde Fulvex tuvo mejor respuesta en altura de planta con 63.37 cm, seguido de Goisolet con 58.04 cm y Crema de algas con 56.74 cm, siendo los abonos superiores estadísticamente al testigo con 42.72 cm. b) En número de hojas basales no hubo diferencias estadística entre los cultivares de apio, diferenciándose numéricamente, donde el cultivar Apio Lleno Blanco Mejorado tuvo mayor respuesta con 28.24 hojas basales, seguido del cultivar Apio Self Blanching con 28.24 hojas basales y el cultivar de apio híbrido Green King con 26.43 hojas basales. Entre los abonos orgánicos no hubo diferencias estadísticas, donde Fulvex tuvo mejor respuesta en número de hojas basales con 32.39 hojas basales, seguido de crema de algas con 30.90 hojas basales, Goisolet con 30.00 hojas basales, siendo superiores al testigo con menor cantidad con 22.57 hojas basales. c) En rendimiento de cultivares de apio, no hubo diferencias estadística entre los cultivares de apio, diferenciándose numéricamente, donde el cultivar Apio Lleno Blanco Mejorado tuvo mayor respuesta en rendimiento con 4.85 kg/m<sup>2</sup> (48 638.3 kg/ha), seguido del cultivar Apio Self Blanching con 4.85 kg/m<sup>2</sup> (48 514.6 kg/ha) y el cultivar de apio híbrido Green King con 3.91 kg/m<sup>2</sup> (39 126.7 kg/ha). Entre los abonos orgánicos no hubo diferencias estadísticas, diferenciándose numéricamente, donde el abono orgánico Fulvex tuvo mejor respuesta en rendimiento con 5.36 kg/m<sup>2</sup> (53 567.8 kg/ha), seguido de Goisolet con 5.05 kg/m<sup>2</sup> (50 533.3 kg/ha), Crema de algas con 4.31 kg/m<sup>2</sup> (43 194.4 kg/ha), siendo los abonos superiores estadísticamente al testigo con 3.45 kg/m<sup>2</sup> (34 500.6 kg/ha).

**Palabras clave:** Abonos orgánicos, Apio, Invernadero, Rendimiento.



## ABSTRACT

The research work was carried out in a greenhouse of the Camacani Production and Research Center, belonging to the National University of the Altiplano, located in the district of Platería, province and region of Puno. 24 km south of the city of Puno, with the following geographical position: Latitude South 15°52', West Length 69°53' and at an altitude of 3812 m.s.n.m. The objectives were: a) To evaluate the plant height of the celery cultivars with the application of organic foliar fertilizers under greenhouse conditions. b) Estimate the number of basal leaves of the celery cultivars to the application of organic foliar fertilizers under greenhouse conditions. c) Determine the yield of celery cultivars to the application of organic foliar fertilizers under greenhouse conditions. The factors under study were three cultivars of celery (Green King Hybrid Celery, Celery Full White Improved and Celery Self Blanching) and three Organic organic foliar fertilizers (Witness (without organic foliar fertilizer), Cream of seaweed, Fulvex and Goisolet). The statistical design was completely random, with a factorial arrangement of 3 x 4 (3 cultivars of celery x 4 organic foliar fertilizers), with 12 treatments and 3 repetitions, with a total of 36 experimental units. The application dose for each foliar organic fertilizer was 1lt / 100 lt of water. The results obtained were: a) In plant height, there were no statistical differences between the celery cultivars, differentiating numerically where the cultivar Apio Llano Blanco Mejorado had higher plant height with 57.33 cm, followed by the cultivar Hybrid Green King celery with 54.50 cm and the celery cultivar Self Blanching with 53.83 cm. Among the organic fertilizers there were no statistical differences, differing numerically where Fulvex had the best response in plant height with 63.37 cm, followed by Goisolet with 58.04 cm and Cream of algae with 56.74 cm, the fertilizers being statistically superior to the control with 42.72 cm. b) In the number of basal leaves there were no statistical differences between celery cultivars, differing numerically, where the cultivar Celery Blanco Mejorado Blanco had a greater response with 28,24 basal leaves, followed by the cultivar Celery Self Blanching with 28,24 basal leaves and the cultivar of celery Green King hybrid with 26.43 basal leaves. Among the organic fertilizers there were no statistical differences, where Fulvex had better response in number of basal leaves with 32.39 basal leaves, followed by algae cream with 30.90 basal leaves, Goisolet with 30.00 basal leaves, being superior to the control with less quantity with 22.57 leaves basal c) In yield of celery cultivars, there was no statistical difference between the celery cultivars, differentiating numerically, where the cultivar Celery Filled White improved had a greater response in yield with 4.85 kg / m<sup>2</sup> (48 638.3 kg / ha), followed by the cultivar Self Blanching celery with 4.85 kg / m<sup>2</sup> (48 514.6 kg / ha) and the green King hybrid cultivar with 3.91 kg / m<sup>2</sup> (39 126.7 kg / ha). Among the organic fertilizers there were no statistical differences, differing numerically, where the organic fertilizer Fulvex had better response in yield with 5.36 kg / m<sup>2</sup> (53 567.8 kg / ha), followed by Goisolet with 5.05 kg / m<sup>2</sup> (50 533.3 kg / ha), Algae cream with 4.31 kg / m<sup>2</sup> (43 194.4 kg / ha), the fertilizers being statistically superior to the control with 3.45 kg / m<sup>2</sup> (34 500.6 kg / ha).

**Keywords:** Organic fertilizers, Celery, Greenhouse, Yield.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

Los agricultores poseen insuficientes conocimientos del cultivo de apio en el altiplano, lo que implica que las áreas de cultivo sean escasas; sumado a ello se tiene la falta de buenas prácticas agrícolas como el abonamiento, lo cual limita el manejo adecuado del cultivo para su desarrollo y posterior rendimiento; sin embargo, los agricultores realizan sus labores agrícolas, con el escaso conocimiento aprendido en la vida cotidiana a través de consejos o por imitación de sus vecinos y amigos; no obstante, muchas veces no se logra rendimientos óptimos o por lo menos aceptables, ya sea para la venta o para consumo, en tal sentido para atender la demanda existente de la población se requiere mayor producción del cultivo.

Los productores del cultivo de hortalizas en el mercado nacional, son en su mayoría pequeños productores que practican una tecnología tradicional o intermedia, lo que incide en los bajos rendimientos, siendo una de las causas de no disponer de variedades adaptadas a nuestras condiciones agroecológicas (INIA, 2009).

En el Perú, las “variedades” que se conocen son: Criolla, Golden Plume, Golden Self Blanching, Giant Pascal y Tall Utan, cuyos rendimientos varían de 30 000 a 40 000 atados /ha (UNALM, 2000). Durante el año 2013, el departamento con mayor producción fue Lima con 18 174 t, seguido de La Libertad con 3 022 t, Arequipa y Junín con 2 724 t y 1 577 t respectivamente, Tacna 930 t, Ayacucho 397 t, Huánuco 261 t, Ancash 130 t, El Callao e Ica con 51 y 21 t respectivamente (MINAGRI, 2015), en las demás regiones no se registró la producción del cultivo; lo cual nos da a entender que su cultivo es limitado y que la mayor producción se realiza en la zona de la costa, por ello su cultivo en zona de sierra se pretende que su cultivo se realice bajo invernadero.



La agricultura orgánica, desde el punto de vista económico, presenta como principales ventajas; el mejor precio que se obtiene en el mercado, tener un menor costo en el manejo del cultivo, logrando así una mayor rentabilidad. Además, favorece el desarrollo de los agroecosistemas, lo cual implica una serie de ventajas medioambientales, tales como, el aumento de la biodiversidad que le da estabilidad al sistema, el equilibrio de los distintos elementos que los componen, el uso eficiente de los recursos, la mantención de la fauna y flora, el estímulo al reciclaje, la protección de las aguas subterráneas, dentro de los más importantes (SAG, 2013).

Por todo lo mencionado anteriormente, la investigación, pretende incentivar su cultivo, mediante el uso de abonos orgánicos que no dañan el medio ambiente, conservando la fertilidad del suelo; además el cultivo pretende mejorar la alimentación al incluir al apio dentro de sus alimentos por poseer vitaminas y minerales. Además, sería una fuente de ingresos económicos al realizar la venta del apio en los mercados locales, de esta forma contribuirá a la mejora del nivel de vida de las familias de nuestra región de Puno.

Por lo tanto, con la presente investigación se conocerá con cuál de los tratamientos se logra un mejor rendimiento, siendo las hipótesis planteadas:

### **1.1. HIPÓTESIS GENERAL**

- Existe un efecto de los abonos foliares orgánicos en el rendimiento de cultivares de apio (*Apium graveolens* L.) en invernadero en Puno.

### **1.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS**

- La altura de planta de los cultivares de apio se ven influenciados con la aplicación de abonos foliares orgánicos en condiciones de invernadero.



- El número de hojas basales de los cultivares de apio serán diferentes por la aplicación de abonos foliares orgánicos en condiciones de invernadero.
- El rendimiento de cultivares de apio son diferentes por la aplicación de abonos foliares orgánicos en condiciones de invernadero.

Los siguientes objetivos planteados fueron:

### **1.3. OBJETIVO GENERAL**

- Determinar el efecto de abonos foliares orgánicos en el rendimiento de cultivares de apio (*Apium graveolens* L.) en invernadero en Puno.

### **1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar la altura de planta de los cultivares de apio con la aplicación de abonos foliares orgánicos en condiciones de invernadero.
- Estimar el número de hojas basales de los cultivares de apio a la aplicación de abonos foliares orgánicos en condiciones de invernadero.
- Determinar el rendimiento de cultivares de apio a la aplicación de abonos foliares orgánicos en condiciones de invernadero.





## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

En la investigación titulada “Estiércol de lombriz y ovino en la producción de Apio (*Apium graveolens* L.) en invernadero – Puno”, llegó a la siguientes conclusiones:

a) El estiércol de lombriz bajo la dosis de 10 t/ha tuvo mayor producción con 38 595.56 kg/ha siendo superior estadísticamente a la dosis de 5 t/ha con 36 711.11 kg/ha y al testigo con 25 742.22 kg/ha y el estiércol de ovino bajo la dosis de 10 t/ha obtuvo mayor producción con 40 248.89 kg/ha, siendo estadísticamente superior a la dosis de 5 t/ha con 33 155.56 kg/ha y al testigo con 27 644.44 kg/ha. b) El mejor rendimiento en el cultivo de Apio, se obtuvo al aplicar 5 t/ha de estiércol de lombriz con 10 t/ha de estiércol de ovino, presentando un rendimiento de 43 786.67 kg/ha difiriendo estadísticamente a los demás tratamientos. C) El mejor índice de beneficio/costo que se alcanzó en la producción del cultivo corresponde al tratamiento de 5 t/ha de estiércol de lombriz con 10 t/ha de estiércol de ovino con un índice de rentabilidad de 250.94%, y un índice beneficio/costo con un valor de 2.51, esto significa que por cada 1 nuevo sol invertido se tiene una ganancia de 1.51 nuevos soles. El testigo, tuvo con un índice de rentabilidad de 148.97% y un índice beneficio/costo de 1.49 (Huaynacho, 2015).

En un estudio titulado “Efecto de tres abonaduras orgánicas en el cultivo de apio (*Apium graveolens*) en la zona de la Libertad Cantón Espejo, Provincia del Carchi”, llegó a las siguientes conclusiones: a) La variedad de apio verde lleno demostró buen comportamiento, económico y adaptabilidad en la zona de estudio y a la aplicación de abonaduras orgánicas. b) Todos los tratamientos con aplicaciones de abonaduras orgánicas (compost, humus y bokashi), demostraron rendimientos bastantes



significativos con relación al tratamiento testigo (sin abonadura). c) La aplicación del abono orgánico compost con dosis de 10.000 kg/ha registro los rendimientos más altos en el cultivo de apio variedad verde lleno. d) La mayor utilidad económica se alcanzó con la aplicación de la abonadura orgánica compost (10.000 kg/ha), obteniendo un 337% de beneficio neto frente al tratamiento testigo que solo obtuvo 23% (Torres, 2012).

En la investigación titulada “Evaluación agronómica del cultivo de apio (*Apium graveolens* L.) a la aplicación foliar de tres bioestimulantes en tres dosis, en Tumbaco provincia pichincha” reporta que la investigación se realizó en el sitio Chaupimolino, parroquia Pifo, cantón Quito, provincia de Pichincha. Los resultados más relevantes fueron: la variedad A1: triumph alcanzó el rendimiento más alto con 79348 Kg./ha. Lo que significó un incremento del rendimiento de 11.233 Kg/ha más en comparación a premio (Bejo). El tipo de abono orgánico más eficiente fue el de gallinaza que alcanzó un rendimiento promedio de 77.317 Kg./ha. El tratamiento con el rendimiento promedio más elevado fue el T2: triumph + humus 12 Tm/ha con 85.084 Kg/ha; y T4: premio (Bejo) + gallinaza 12 Tm/ha con 80.304 Kg/ha. Las variables independientes que contribuyeron a incrementar el rendimiento de apio fueron: días a la cosecha, volumen de la raíz en cm<sup>3</sup>, peso de la planta en Kg. Mientras que la que disminuyó el rendimiento de apio evaluado en Kg/ha fue: la incidencia de mancha foliar (Enríquez, 2015).

En la investigación titulada “Evaluación agronómica del cultivo de apio (*Apium graveolens* L.) a la aplicación foliar de tres bioestimulantes en tres dosis, en Tumbaco provincia Pichincha” reporta que en la parroquia de Tumbaco se decidió probar el producto Basfoliar algae en dosis de 2 ml- 2.5 ml- 3 ml/litro en frecuencia de 15 días. De los resultados obtenidos, el mejor tratamiento fue A1B3 (Basfoliar Algae, dosis alta) que recibió 3ml/litro cada 15 días. El uso de los bioestimulante vegetal de origen natural a partir de algas marinas. Contiene: minerales, carbohidratos, fitohormonas. Aminoácidos



y vitaminas perfectamente balanceados. Actúa estimulando el metabolismo de la planta y equilibra sus funciones fisiológicas a nivel de la célula de manera integral, desarrollando su potencial productivo frente al estrés climático, y al ataque de plagas y enfermedades. Este efecto se refleja en un buen crecimiento vegetativo, adecuado desarrollo del sistema radicular, tallos vigorosos, buena floración y fructificación. Estos resultados permite afirmar que la mayor dosis aplicada tiene las concentraciones necesarias en sus disoluciones especialmente el nitrógeno; ya que en niveles óptimos promueve el rápido crecimiento lo cual se afirma con la altura de la planta; e incrementa el tamaño de las hojas, el nitrógeno interviene a todos los parámetros que contribuyen al rendimiento y está estrechamente relacionada con la tasa fotosintética y producción del cultivo. (Guamán, 2011).

En la tesis “Efecto de aplicación del biofertilizante humega en tres diferentes dosis en la producción del apio (*Apium graveolens* var. Bonanza), en condiciones del valle de santa catalina”, indica que la investigación se desarrolló en el Campus II de la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo situado en el distrito de Laredo en la localidad de nuevo Barraza. Realizado el trabajo de campo se observó que es el tratamiento 1 el que consigue los mayores resultados así tenemos que logra la mayor altura de planta con 90.12 cm mientras que el tratamiento 4 o testigo sin aplicación 85.59 cm es decir 4.47 cm menos. Igualmente en lo que respecta al diámetro de planta es en el tratamiento 1 (15 L/ha) el que logra el mayor índice con 134.39 mm, es decir 8.1 mm más que el tratamiento 2 y 4 (Sánchez, 2017).

En la tesis “Efecto de niveles de estiércol de ovino en el rendimiento de variedades de apio (*Apium graviolens* L.), bajo ambiente protegido en el municipio de el alto”, da a conocer que la investigación tuvo el objetivo de evaluar el efecto de los niveles de fertilización del estiércol de ovino, en el rendimiento de variedades de apio bajo carpa



solar. Para ello el presente estudio fue ejecutado en la ciudad de El Alto, distrito 8, zona 14 de septiembre en la Unidad Educativa Avelino Sinani. Las conclusiones que se llegaron fueron que, de acuerdo a la evaluación se tuvo resultados en altura de planta con los diferentes niveles con la variedad Tall-utah 52-70 (N1=35.05, N2=42.54 y N3=53.32cm respectivamente), mientras tanto con la variedad Golden blanchino se tiene con (N1=31.29, N2=38.33 y N3=47,35cm respectivamente). Por lo tanto, al aplicar  $1.9\text{kg/m}^2$  que es de acuerdo al requerimiento del cultivo, no tuvo un efecto optimo en la parte aérea. Mientras tanto al aplicar  $3.8\text{kg/m}^2$  que es el doble del requerimiento tuvo mayor efecto en el desarrollo fisiológico en altura de la planta. La variable Diámetro del cuello de la raíz y numero de pencas, los niveles de fertilización tuvieron efecto de acuerdo a la cantidad de estiércol aplicado en la parte aérea y diámetro, además a mayor diámetro mayor fue en número de pencas o viceversa en las variedades, por lo tanto en el diámetro y numero de pencas en promedio la variedad tall-utah 52-70 fue superior a la variedad Golden blanchino. La variable rendimiento de la materia verde tuvieron resultados en las variedades a la aplicación de diferentes niveles de estiércol de ovino con la variedad Tall-utah 52-70 se obtuvo en promedio con (N1=0.98, N2=1.34 y N3=1.84 $\text{kg/m}^2$  respectivamente), que es mayor en relación a la variedad Golden blanchino, mientras tanto la variedad Golden blanchino con rendimiento de (N1=0.94, N2=1.27 y N3=1.77 $\text{kg/m}^2$  respectivamente) (Machaca, 2017).

En la tesis titulada “Comportamiento agronómico de las hortalizas de hoja cilantro (*Coriandrum sativum*) y apio (*Apium graveolens*) con dos fertilizantes orgánicos en el centro experimental “La Playita” Utc 2013.” Los mayores resultados obtenidos en el cilantro fueron con el tratamiento donde se utilizó la combinación de 50% Vermicompost + 50% Jacinto de agua quien logro en las variables: número de ramas a los 30, 45 y 60 días con 7,38; 9,45 y 9,45 cm y peso de planta 44,05 g. con Vermicompost, mientras que



las mayores alturas de plantas se encontraron a los 30 y 45 días con 25,88 y 36,40 cm. En el caso del apio se presentó los mayores valores con el tratamiento Vermicompost en las variables: Altura de planta a los 30, 45 y 60 días con 4,98; 7,28 y 18,90 cm, Número de ramas a los 45 y 60 días con 6,60 y 8,65 finalmente peso de planta con 68,70 g (Amores, 2015).

En la investigación “Efecto de tres sustratos orgánicos y microorganismos eficaces (EM) en el rendimiento del cultivo de apio (*Apium graveolens* var. Dulce) en el distrito y provincia de Carhuaz”. El experimento se desarrolló en la provincia de Carhuaz, en la localidad de barrio de Molinopampa. Los mejores resultados obtenidos en esta investigación, muestran que los mejores rendimiento en el tratamiento T5 (estiércol de vacuno + EMa) con 39.598 tn/ha; tratamiento T4 (estiércol de ovino + EMa) con 37.089; tratamiento T1 (estiércol de ovino) con 35.172 tn/ha; tratamiento T6 (estiércol de cuy + EMa) con 30.924 tn/ha; tratamiento T3 (estiércol de cuy) con 28.882 tn/ha; tratamiento T2 (estiércol de vacuno) con 25.929 tn/ha y T0 (testigo) con 17.585 tn/ha siendo el más bajo. XII Los mejores resultados obtenidos con respecto a la altura son los siguientes: en el tratamiento T5 (estiércol de vacuno + EMa) con una altura de 57.280 cm; tratamiento T4 (estiércol de ovino + EMa) con una altura de 56.551 cm; tratamiento T1 (estiércol de ovino) con una altura de 56.102 cm; tratamiento T3 (estiércol de cuy) con una altura de 55.729 cm; tratamiento T6 (estiércol de cuy + EMa) con una altura de 55.611 cm; tratamiento T2 (estiércol de vacuno) con una altura de 51.416 cm y T0 (testigo) con una altura de 49.805 cm siendo el más bajo (Rupay, 2017).

En la investigación titulada “Evaluación de tres densidades de siembra en la producción de apio, (*Apium graveolens* L.), en la aldea Chirijuyú, Tecpán, Chimaltenango, Guatemala, C.A. indica que el apio (*Apium graveolens* L.). Se concluye que en la variable de respuesta altura de planta, la densidad de siembra correspondiente a



113,905 plantas.ha-1 tuvo la mejor respuesta. En las variables diámetro de planta, diámetro de peciolo y peso por planta la densidad de siembra de 84,361 plantas.ha-1 tuvo la mejor respuesta, mientras que en el rendimiento medido en t.ha-1 y rentabilidad, la densidad de siembra de 94,921 plantas.ha-1 mostró los valores más altos, con 129.56 t.ha-1 y 58.18 % respectivamente. Para la producción de apio (*A. graveolens* L.) se recomienda utilizar la densidad de siembra de 94,921 plantas.ha-1, bajo las condiciones climáticas y edáficas específicas de la Aldea Chirijuyú, Tecpán, Chimaltenango, Guatemala (Surec, 2017).

En la investigación titulada “Evaluación de tres densidades y dos arreglos espaciales en producción orgánica hidropónica de apio (*Apium graveolens* L.). La investigación se realizó en los recintos centrales de la facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, durante el periodo de febrero a junio de 1999. Las variables evaluadas fueron altura de planta (cm), diámetro de macolla (cm), número de tallos, diámetro de tallos (cm), peso fresco de macolla (g.), peso fresco de raíz (g.), peso seco de macolla (g.) y peso seco de raíz (g.). Los mejores resultados en cada una de las variables estuvieron sujetos a la densidad de 25 plantas por metro cuadrado, independientemente del arreglo espacial al que fueron establecidas (Carrillos, 2002).

## 2.2. MARCO TEÓRICO

### 2.2.1. Origen del cultivo de apio

El apio es procedente del Mediterráneo, existiendo otros centros secundarios como el Caucazo y la zona del Himalaya. Se conocía en el antiguo Egipto. Su uso como hortaliza se desarrolló en la Edad Media y actualmente es consumido tanto en Europa como en América del Norte (Vigliola, 1992). El tipo de apio silvestre se ha encontrado en Europa y Nueva Zelanda. Hace unos 400 años el apio se



consideraba como purificador de la sangre, pero ya en el siglo XVII se utilizaba como planta alimenticia (Casseres, 1994).

Además, se menciona que las formas silvestres de apio se las puede encontrar en lugares pantanosos, desde Suecia hasta Argelia, Egipto, Abisinia y parte de Asia. En tiempos antiguos se cultivó como planta medicinal. Las variedades mejoradas son de tallos llenos, estos se consumen en estado fresco y tierno, en ensaladas, cocidos y guisados. También se deshidratan para la preparación de sopas.

### **2.2.2. Importancia del cultivo de apio**

Es como una planta medicinal, por sus propiedades diuréticas, carminativas y depuradoras de la sangre, debido a la presencia de un glucosido llamado apiina y un aceite esencial compuesto principalmente por apiol y limoneno. La composición nutricional está compuesta por la vitamina A, vitamina B1, B2 y C. Además, el cultivo de apio de pencas se consume en fresco y hervido en muchos países de Europa Occidental y Estados Unidos, donde es apreciado por su alto valor nutritivo, así como sus propiedades, en cierta manera afrodisiacas. Otros usos del apio son las extracciones de aceites esenciales para la industria, el empleo del polvo del apio deshidratado en fábricas de pastas y sopas, y la conserva de pencas (Vigliola, 1992).

Presenta un alto contenido de agua y proporciones muy bajas en carbohidratos, lípido y proteínas, lo que a su vez resulta en un muy bajo valor energético. Se destaca principalmente por el aporte de sodio. El sabor característico de la especie está dado por la presencia de apiina o apiosilglucosido de 7 – apigenina y aceites esenciales como apiol y limoneno. Inicialmente el apio. Hoy en día el uso predominante es en ensalada en fresco, aunque también se consume cocido y



ocasionalmente sus semillas se usan como saborizantes (Rubatzki, Yamaguchi, 1997).

### 2.2.3. Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica del “apio” es de la siguiente manera:

Reino : Plantae  
Sub reino : Embryobionta  
División : Magnoliophyta  
Clase : Magnoliopsida  
Sub clase : Rosidae  
Orden : Apiales  
Familia : Apiaceae  
Género : *Apium*  
Especie : *Apium graveolens*  
(Rubatzki y Yamaguchi, 1997)

### 2.2.4. Descripción botánica

#### a) Raíz

Su raíz es pivotante y posee un sistema radicular secundario y adventicio muy abundante. Este sistema secundario es superficial (Sánchez, 2017; cita a Maroto, 1989).

#### b) Tallo

Los tallos son de color blanco a verde intenso, ensanchados en la base, con largo y ancho variables: usualmente entre 30 a 50cm y 2 a 5cm respectivamente, en





las hojas más externas, hasta hacerse insignificantes en los primordios foliares que rodean la yema apical. Son estructuras glabras, con la cara adaxial concava y la cara abaxial convexa, surcada por estrías longitudinales. La naturaleza carnosa, succulenta y crocante del tallo está dada por la predominancia de células parénquimáticas, con grandes espacios intercelulares en el cortex, en el que se encuentra inmerso los haces vasculares, rodeados de colénquima angular. Estas estructuras surcan los peciolo en toda su extensión y resultan en las “fibras” sacadas al pelar el apio (Rubatzki, Yamaguchi, 1997).

**c) Hojas**

Las hojas del apio son erectas y tienen un sólido peciolo, el limbo está dividido en 5 segmentos a 10 segmentos. Los peciolo son notablemente nervados, muy anchos en la base y contienen cantidades comparativamente grandes de almidón. Estos limbos foliares son pignado-partidos (hojas dispuestas a uno y otro lado del peciolo) pequeñas y de color verde intenso, insertas en un peciolo largo que constituye la parte comestible. Al llegar a su madurez alcanzan una altura de 60 cm a 90 cm. (Samayoa, 1991).

**d) Flor**

La floración en el apio se motiva principalmente, por la acción de temperaturas vernalizantes, durante un cierto tiempo (normalmente temperaturas por debajo de 7° a 10°C, actuando por un periodo comprendido entre 14 y 28 días), cuando la planta ya tiene un cierto tamaño, momento en que es capaz de recibir el estímulo vernalizador. Desde que se planta, hasta que se recolecta, tiene una duración aproximada de unos 4 meses (Rubatzki, Yamaguchi, 1997).



La inflorescencia es una umbela compuesta, las flores son pequeñas y de color blanco, tiene cinco pétalos, cinco estambres y dos pistilos, cáliz con cinco sépalos y un ovario ínfero de dos carpelos. Las flores son actinomorfas y hermafroditas. La polinización es cruzada, es una planta alógama, sin embargo presenta un 5% de autogamia (Autofecundación) (Samayoa, 1991).

**e) Fruto y semillas**

Fruto maduro globoso a ovoide, de 1.5 a 3 mm de largo, constituido por 2 mericarpios (frutos parciales) con 5 costillas engrosadas (Marzocca, 1996). La semilla tiene la facultad germinativa media de 5 años; en un gramo de semilla, entran aproximadamente 2.500 unidades (Rubatzki, Yamaguchi, 1997).

**2.2.5. Características morfológicas**

- Es una planta bianual, anual en el Perú. Su raíz es pivotante y posee un sistema radicular secundario y adventicio muy abundante. Este sistema secundario es superficial.
- Al principio, el tallo se encuentra encogido, formando una roseta de hojas, alternas y con unos peciolo carnosos ligeramente ensanchados y surqueados por una especie de cordones de consistencia algo más dura.
- El limbo de la hoja es bipinnado y tripinnado. Las hojas más internas desarrollan menos las pencas y aparecen muy unidas unas a otras. Esta aglomeración recibe el nombre de corazón del apio.
- En el segundo año el tallo se alarga llegando a los 100 cm de altura lo que no ocurre en el Perú. En su parte superior se encuentran las inflorescencias en forma de umbelas compuestas. Las flores son blanquecinas.



- La autopolinización es habitual, aunque debido a la protandria, también es usual la fecundación cruzada.
- Los frutos son diaquenios de tamaño muy pequeño, de color marrón.
- En su estructura poseen unos canales resiníferos que producen aceites esenciales y que les confieren un olor característico.
- En un gramo se pueden contener hasta 2540 semillas, con una capacidad germinativa media de 5 años (Maroto, 1989).

#### **2.2.6. Características generales de los cultivares de apio**

- Tipo: verde (Green King)
  - Tipo amarillo (Lleno blanco y Self Blanching)
  - Periodo vegetativo verdes: 130 a 150 días
  - Periodo vegetativo amarillos: 150 a 200 días
  - Zonas de producción: costa y sierra
  - Temperatura de germinación: 18 a 21 °C
  - Periodo de germinación: 15 a 20 días.
  - Clima: templado (entre 15-21 °C)
  - Suelos: arenosos-calizos, aireados, ricos en materia orgánica
  - Nivel de pH: 6.0-6.8
  - Densidad de siembra: directa 1.5 kg/ha, indirecta 0.5 kg/ha
  - Calidad semillas: homogénea, tolerante a la floración prematura, alto rendimiento, muy buen vigor, uniformidad en tamaño y color.
- (AGROTECRL, 2017).



### 2.2.7. Descripción del cultivo de apio

- a) **Forma:** el apio es un tallo grueso, hueco, estriado y alargado que se compone de pencas de forma cilíndrica, recorridas longitudinalmente por un surco profundo, de las que brotan numerosas hojas con apariencia semejante al perejil.
- b) **Tamaño y peso:** las pencas suelen tener una longitud de entre 30 y 60cm. en las variedades cultivadas. Sin embargo, el tamaño comercial suele ser de 25 a 30cm tras la cosecha, al apio se le cortan las pencas, se limpian, se lavan, se escurren y se embolsan, sin dejar al descubierto los extremos superiores de los tallos. Tras este proceso, se pierde hasta el 30% del peso inicial de las pencas, y se obtienen piezas de entre 400 y 900 gramos. El peso idóneo se encuentra entre 460 y 720gramos.
- c) **Color:** si se dejan crecer de forma natural, las pencas adquieren un color que va del verde amarillento al verde oscuro. Si proceden de cultivo, suelen blanquearse durante las etapas finales de crecimiento. Para ello se cubre la planta de modo que solo las hojas reciben luz. En este caso, las pencas son de color verde claro.
- d) **Sabor:** las hojas tienen un sabor muy intenso, acre, ligeramente amargo y agradable. El sabor del tallo es más suave y tiene cierto gusto anisado y una textura crujiente. El blanqueado, además de eliminar el color verde, también reduce notablemente el sabor.

(Vigliola, 1992).

### 2.2.8. Adaptabilidad del cultivo

El apio es un cultivo de clima templado, que al aire libre no soporta los fríos de invierno en el interior de España: cuando la planta está en el periodo de



desarrollo, si ocurre una disminución fuerte de temperatura durante algunos días, puede dar lugar a que la planta florezca antes de tiempo. Necesita luminosidad para su crecimiento. El apio no es demasiado exigente en suelos, siempre que no sean excesivamente húmedos. Requiere un suelo profundo, ya que el sistema radicular alcanza gran longitud vertical. Este cultivo es exigente en humedad del suelo, pero sin que llegue a ser exagerada; los riegos deben permitir que el suelo este en un estado perfecto de humedad de tempero. Si el suelo sufre sequedad da lugar a un embastecimiento de los tejidos y por tanto, a una pérdida de calidad. Cuando está en las primeras fases de su desarrollo, el riego debe ser abundante y regular, ya que la plántula debe tener un crecimiento continuo. En todo su ciclo, este cultivo sufre estrés si hay escasez de agua en el suelo. Se puede regar tanto por gravedad como por riego localizado como por aspersión (el riego por aspersión resulta interesante en este cultivo). (Vigliola, 1992).

### **2.2.9. Almacigo**

Existen dos épocas de siembra en función de los dos ciclos productivos (invierno y primavera). Las siembras para la campaña de invierno se realizan desde primeros de julio a finales de agosto, efectuando los trasplantes desde últimos de agosto hasta final de octubre. El trasplante en primavera obliga a una siembra en semillero durante las primeras semanas de noviembre, teniendo lugar los trasplantes durante los meses de enero y febrero (Vigliola, 1992).

### **2.2.10. Requerimiento del cultivo**

#### **a) Suelo**

El cultivo de apio no es demasiado exigente en suelos, siempre que no sea excesivamente húmedo. Requiere un suelo profundo, ya que el sistema radicular



alcanza gran longitud vertical. Es exigente en boro, por lo que este elemento no debe faltar en el suelo. No soporta la salinidad, tanto del suelo como del agua del riego (Vigliola, 1992).

#### **b) Clima**

El apio de tallo, es un cultivo de clima templado, que al aire libre no soporta los fríos de invierno, cuando la planta está en el periodo de desarrollo, si ocurre una disminución fuerte de temperatura durante algunos días, puede dar lugar a que la planta florezca antes de tiempo; este problema se va disminuyendo cuando el suelo esta acolchado con lamina de plástico. Necesita luminosidad, para su crecimiento (Belletti, 1990).

El cultivo de apio requiere para un desarrollo fisiológico adecuado, las temperaturas medias optimas que deben ser 15° a 8°C, la máxima de 24°C y mínima que debe ser de 7°C (Vigliola, 1992).

#### **c) Humedad**

Este cultivo es exigente en humedad del suelo, pero sin que llegue a ser exagerado perfecto de humedad de tempero. Si el suelo sufre sequedad, da lugar a un embastimiento de los tejidos y por tanto, a una pérdida de calidad. Cuando está en las primeras fases de su desarrollo, el riego debe ser abundante y regular, ya que la plántula, debe tener un crecimiento continuo (Belletti, 1990).

#### **d) Riego**

Por las condiciones de su ambiente de origen, el apio requiere abundante cantidad de agua especialmente en los periodos de alta temperatura y al final del ciclo de cultivo. Se estima que el requisito mínimo está en una lámina total de



alrededor de 800mm con una demanda baja al inicio (salvo luego del trasplante). Uno de los problemas asociados con la alta demanda de agua lo representa una enfermedad fisiogenica conocida como corazón negro que se ve favorecida con periodos de alta transpiración. Asimismo, periodos de estrés hídrico pueden provocar la aparición de un ahuecamiento en los peciolos que también afecta la calidad comercial (Maroto, 1990).

#### e) **pH**

Se define el pH como el índice, que permite valorar la concentración de iones hidrogeno contenidos en una solución. Las soluciones con pH menor que 4 o pH mayor que 9, no deben emplearse para la producción vegetal, porque son muy acidas o muy alcalinas respectivamente. De esta forma es posible determinar el pH de los suelos agrícolas, que son más apropiados, para un determinado cultivo. Y por extensión, es posible determinar el pH para cultivos. El pH recomendado para obtener una producción de calidad en cultivo de apio, oscila entre valores pH de 6.7 a 7.0 (Maroto, 1990).

#### **2.2.11. Labores culturales**

Una vez sembradas las semillas, empieza la etapa de germinación y crecimiento de las plantas, raleo, deshierbe y riego (Hartman, 1990).

#### a) **Aporque**

Durante el crecimiento vegetativo, no conviene que el “corazón” de la planta se recubra con tierra, ya que se puede producir una parada vegetativa del crecimiento, por esta razón, cuando se den al cultivo las labores de remoción, que sean necesarias, se evitara que caiga tierra en el centro de la planta; También en



este estado de crecimiento, no se harán labores de recalzar las plantas. En cambio, cuando el cultivo este en pleno desarrollo, es conveniente aporcar las plantas; con esta operación se aumenta la longitud del tallo (Vigliola, 1992).

**b) Control de malezas**

El mismo autor añade, que el apio no admite competencia con las malas hierbas al principio de la vegetación, ya que su crecimiento es lento; es necesario mantener limpio el suelo, con labores de escarda. El uso de herbicidas de contacto para umbelíferas (zanahoria), como aceites de petróleo del tipo “stoddard-solvent”, puede ser útil en este cultivo, por no ser herbicidas residuales (Vigliola, 1992).

**c) Blanqueamiento**

Cuando se trata de un cultivo de apio verde, que requiere ser blanqueado, para evitar la formación de clorofila tanto en las pencas de las hojas exteriores como en las hojas interiores, unas tres o cuatro semanas antes de la recolección se debe efectuar la operación del blanqueamiento, la cual puede realizarse con las siguientes técnicas:

- Colocación de paja hasta la altura de las primeras hojas.
- Aporcado de la tierra hacia las plantas hasta una altura de 25-30cm, con lo que quedan al exterior los limbos de las hojas exteriores.
- Recubrimiento de las piezas de apio con bandas de papel o mangas de plástico negro, siendo quizás este último sistema el que proporciona un apio de mejor calidad (Vigliola, 1992).





### **2.2.12. Cosecha**

El mismo autor describe que la recolección normalmente se realiza manualmente, con el uso de un cuchillo bien afilado, una espátula de borde cortante o una hoz. Las piezas son cortadas al ras del suelo, posteriormente recortadas en su parte superior y finalmente colocadas en cajas y son transportados al embalaje. Una hectárea de apio puede requerir en su recolección 50-60 jornales de ocho horas de obreros agrícolas (Vigliola, 1992).

### **2.2.13. Rendimiento**

En el cultivo de apio la producción en suelo, en carpas solares se ha obtenido un rendimiento de 13t/ha, equivale a 1.3kg/m<sup>2</sup> y en lo hidropónico 3.5kg/m<sup>2</sup> (Marulanda, 2003).

### **2.2.14. Conservación**

Una vez hecha la selección de calidad en función de longitud de pencas, estado de las mismas y peso. Conservarlos a temperaturas de 0° a 1°C y humedades relativas comprendidas entre 90 y 95%, el apio puede ser conservado durante varias semanas e incluso meses (Vigliola, 1992).

### **2.2.15. Agricultura orgánica**

La agricultura orgánica, ecológica o biológica esta frecuentemente entendida como una agricultura que prescinde del uso de agroquímicos, fertilizantes solubles y otros productos químicos. Sin embargo, la agricultura orgánica es desarrollar sistemas en las cuales el hombre produce alimentos minimizando los efectos negativos sobre el ambiente. Estos nuevos métodos alternativos de la agricultura, son desarrolladas a través de la aplicación de un complejo de sistema



de técnicas agronómicas y lograr alimentos saludables de elevado valor nutritivo, libres de residuos de agroquímicos (FAO, 2005).

La agricultura biológica es la consecuencia de una nueva consideración, clave de la corriente ecológica moderna. Los cuales se producen para la alimentación del hombre, opta por este modo de cuidar el suelo, representa una acción practica y real o positiva frente a los errores de la agricultura química (Marulanda, 2003).

Es un sistema de producción que evita o excluye en gran medida la utilización de fertilizantes o compuestos sintéticos, plaguicidas, reguladores de crecimiento y aditivos para la alimentación del ganado. En la mayor medida, en lo posible, los sistemas de agricultura ecológica se basan en el mantenimiento de la producción del suelo y su estructura, la aportación de nutrientes, el control de insectos y malezas, la utilización de abonos verdes y aspectos en el control biológico de las plagas (Lampkin, 1998).

#### **2.2.16. Abonos orgánicos**

Los abonos orgánicos provienen de restos vegetales que se derivan tanto de los cultivos como de las plantas naturales y de los llamados abonos verdes, restos de animales, estiércoles, insectos y micro-organismos del suelo; incorporados recientemente o a través del tiempo, bien sea naturalmente o por la acción directa del hombre. Estos abonos orgánicos juegan un papel fundamental en el mantenimiento y productividad del suelo, pues provee de nutrientes a la planta y a los microorganismos que habitan en él, lo que viene a formar un ciclo de producción, transformación, aprovechamiento e intercambio entre la planta, microorganismos y medio ambiente (Alexander, 1980).



La materia orgánica si bien su aplicación en la agricultura es milenaria, sufrió a mediados de este siglo un olvido a causa probablemente de la introducción de los abonos químicos que producían mayores cosechas con un menor costo. La materia orgánica procede de los seres vivos (plantas o animales superiores o inferiores) y su complejidad es tan extensa como la composición de los mismos seres vivos. La descomposición en mayor o menor grado de estos seres vivos, provocada por la acción de los microorganismos o por factores abióticos da lugar a un abanico muy amplio de sustancias en diferentes estados que son los constituyentes principales de la materia orgánica (Molina, 2011).

La aplicación de enmiendas orgánicas en una agricultura sostenible se basa en los siguientes principios:

- Producción de alimentos sanos sin contaminar el medio ambiente, capaz de cumplir con las exigencias de certificación fitosanitaria para comercialización en los mercados nacionales e internacionales
- Buscar el equilibrio ecológico como factor condicionante de la producción.
- Administrar la unidad agrícola como un organismo vivo y de conservación ambiental.
- Desarrollar tecnologías que se apliquen a las condiciones sociales, económicas y ecológicas.
- Recuperar, conservar y potencializar la fertilidad orgánica y natural del suelo.
- Conservar la materia orgánica dándole un manejo adecuado y reponer cuando se pierde.
- Mejorar las características, textura, estructura del suelo, incorporando materia orgánica mediante la rotación y asociación de cultivos



La aplicación de abonos orgánicos ofrece beneficios favorables para las plantas tales como:

- Sirven como medio de almacenamiento de los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas como es el caso de nitratos, fosfatos, sulfatos, etc.
  - Aumentan la capacidad de cationes en proporciones de 5 a 10 veces más que las arcillas.
  - Amortiguan los cambios rápidos de acidez, alcalinidad, salinidad del suelo y contra la acción de pesticidas y metales tóxicos pesados.
  - Contrarrestan los procesos erosivos causados por el agua y por el viento.
  - Proporcionan alimento a los organismos benéficos como la lombriz de tierra y las bacterias fijadoras de nitrógeno.
  - Atenúan los cambios bruscos de temperatura en la superficie del suelo.
  - Reducen la formación de costras al debilitar la acción dispersante de las gotas de lluvia.
  - A medida que se descomponen los residuos orgánicos, suministran a los cultivos en crecimiento cantidades pequeñas de elementos metabólicos a tiempo y en armonía con las necesidades de la planta.
  - Reducen la densidad aparente del suelo aumentando la infiltración y el poder de retención de agua en el suelo.
  - Mejoran las condiciones físicas del suelo mediante la formación de agregados.
- (Cruz, 2002).

Los abonos orgánicos consisten en la acumulación de materiales de origen natural en contraposición de los fertilizantes químicos; la calidad de los abonos orgánicos depende de sus materias primas y del proceso de preparación. No puede haber agricultura orgánica sin la materia orgánica en el sistema de producción, de



igual manera no puede existir agricultura de larga duración sin la incorporación de abonos orgánicos (Restrepo, 2002).

### **2.2.17. Composición química de abonos**

Es muy difícil precisar cifras exactas del estiércol mezclado que generalmente se aplica sobre la tierra (Buckman & Brady, 1993).

Esto es a causa de un número variable de factores que entran en juego y pueden cambiar radicalmente las cantidades y proporciones de nitrógeno, ácido fosfórico y potasa presentes. Los factores más importantes son: la clase de animal; edad condición e individualidad de los mismos; alimento consumido; cama usada; manejo y almacenamiento que el estiércol recibe antes de ser repartido sobre la tierra (Buckman & Brady, 1993; CLADES, 2000).

El contenido de la materia orgánica en los suelos varía mucho, dependiendo de las condiciones climáticas, prácticas del cultivo, rotación de cosechas, etc. Los abonos orgánicos sirven de almacenamiento de los nutrimentos ideal para el crecimiento de las plantas como son: Nitratos, Fosfatos, Sulfatos, etc., además mejora las condiciones del suelo mediante la formación de agregados; hace más ligero los suelos pesados, permite la presencia de Rhizobium en el suelo e induce a altos niveles de actividad biológica, lo que a su vez facilita la captura de nitrógeno (Machaca, 2017).

Los biofertilizantes son aquellos productos que tienen como base microorganismos que viven normalmente en el suelo, aunque en poblaciones bajas y que al incrementar sus poblaciones por medio de la inoculación artificial, son capaces de poner a disposición de las plantas mediante su actividad biológica (Aguado, 2012).



Los materiales orgánicos pueden mejorar la fertilidad de los suelos, proporcionando a las plantas elementos nutritivos, modificando las condiciones físicas del suelo, aumentando la actividad microbiológica para un mayor aporte de energía, protegiendo a los cultivos de una excesiva proporción de sales minerales o de sustancias tóxicas (FAO, 1990).

#### **2.2.18. Funciones de los elementos nutritivos**

Los macro nutrientes: N, P, K, Ca, Mg y S, son consumidos por las plantas en grandes cantidades, durante su ciclo vegetativo, donde los tres primeros son los más importantes que los otros. Que los 16 elementos químicos considerados esenciales para el crecimiento saludable de las plantas, 14 son nutrientes minerales. Ellos en condiciones naturales de cultivo, entran a la planta a través de las raíces, desde la solución del suelo. El déficit de uno de ellos limita o puede disminuir el rendimiento, por lo tanto, las utilidades del cultivador. De acuerdo con la cantidad, que la planta consume de cada uno de ellos (no todos son consumidos en igual cantidad) los 14 nutrientes extraídos normalmente del suelo, son clasificados en tres grupos: Nutrientes mayores (Nitrógeno, Fósforo y Potasio), nutrientes secundarios (Calcio, Azufre y Magnesio) y micro nutrientes (Cobre, Boro, Hierro, Manganeso, Zinc, Molibdeno y Cloro) (Resh, 1987).

A continuación, se expone la sintomatología de carencias de macro elementos en el apio:

**a) Nitrógeno:** los primeros síntomas son una reducción del crecimiento vegetativo, amarillos y decaimientos de las hojas. Si la deficiencia es muy acusada el crecimiento se paraliza, tiene lugar un amarillamiento en toda la planta y se pueden



observar manchas cloróticas internerviales en los limbos que evolucionan a moteado necrótico.

**b) Fósforo:** al principio provoca una disminución del vigor de la planta, las hojas jóvenes se debilitan y las muy desarrolladas tienen un crecimiento muy erguido.

Si la deficiencia es muy acusada los limbos foliares se reducen, apareciendo necrosados el borde de algunos folíolos.

**c) Potasio:** se manifiesta inicialmente por una reducción del crecimiento vegetativo y la aparición de amarillamiento ocre en las hojas más adultas, especialmente en la periferia de los folíolos. También pueden aparecer en los folíolos puntos de color marrón rojizo.

**d) Calcio:** los síntomas iniciales son: reducción del crecimiento, clorosis en la periferia de folíolos y nervios, color marrón de las hojas del centro de la planta y zonas necróticas en el peciolo. Cuando la carencia es severa las hojas centrales evolucionan a necrosis "corazón negro".

**e) Magnesio:** se manifiesta inicialmente con la aparición de clorosis internervial que va desde el centro del folíolo hacia los bordes. Si la deficiencia es acusada la mayoría de los folíolos se tornan amarillos con el nervio central de color verde claro y desecación de los bordes del folíolo.

### 2.2.19. Fulvex

FULVEX es un coadyuvante tipo Carrier (Transportador) de nutrientes, moléculas y compuestos que contienen una excepcional concentración de minerales iónicos. Fulvex es un extracto líquido patentado donde no se utiliza ningún disolvente químico o sintético, los materiales seleccionados son clasificados,



separados y mezclados en un proceso único que produce un extracto líquido sin igual. Los minerales iónicos de FULVEX tienen niveles altos de hidrógeno-oxígeno que bioestimula influencias únicas y positivas en el proceso metabólico de la planta, son de bajo peso molecular y tienen la habilidad única de penetración proporcionando múltiples reacciones químicas naturales en el suelo, hojas, raíces y hasta en los tallos de las plantas. FULVEX es un suplemento líquido de ácido fúlvico concentrado, que contribuyen al desbloqueo de los nutrientes en el suelo y actúan como complejantes naturales, permitiendo la asimilación de micronutrientes y macronutrientes por parte de la planta. La capacidad de Intercambio Catiónico (CIC 500-1000 CMOL) es casi el doble de los ácidos húmicos. Los ácidos fúlvicos son los compuestos que contienen los carbonos más efectivos como agentes de quelación. Estas moléculas transportan los microelementos directo a los sitios metabólicos en las células de las plantas y también son solubles en agua en todas las condiciones de pH (Alabama, 2016).

*Perfil analítico de fulvex*

Calcio 1541 ppm	Hierro 694 ppm
Fósforo 179 ppm	Silicio 46 ppm
Potasio 490 ppm	Boro 14.3 ppm
Cobre 0.04 ppm	Manganeso 13.6 ppm
Selenio 0.03 ppm	Molibdeno 0.19 ppm
Zinc 0.40 ppm	Yodo 0.41 ppm
Sodio 560 ppm	Cobalto 0.04 ppm
Magnesio 426 ppm	Cromo 0.11 ppm

(Alabama, 2016).





### 2.2.20. Características de acción de Fulvex en la planta

1. Penetra las raíces y hojas, luego se transloca a todas partes de la planta.
2. Ayuda a que la planta acumule azúcares solubles los cuales incrementan la presión osmótica en las paredes celulares permitiéndole soportar el proceso de marchitez.
3. Hasta muy pequeñas concentraciones de FULVEX son capaces de activar los sistemas enzimáticos en las plantas y sus resultados se observan especialmente en la respiración de la planta.
4. La presencia de FULVEX durante el periodo inicial de crecimiento aumenta la actividad vital de la planta y alivia la deficiencia de oxígeno (El  $O_2$  se absorbe más en presencia de FULVEX
5. La actividad catalítica de FULVEX en la respiración de las plantas mejora su capacidad de superar condiciones áridas o de sequía.
6. Aumenta la permeabilidad de la membrana celular, contribuyendo a la mejor absorción de agua y nutrientes desde el suelo circundante.
7. Aumenta la actividad de varias enzimas, incluyendo la transaminasa e invertasa. También intensifica el metabolismo de proteínas, ARN y ADN.
8. Es un excelente quelante e intercambiador catiónico. Esas propiedades funcionales de FULVEX® son de vital importancia en la nutrición de todos los cultivos.
9. Promueve el desarrollo de microorganismos benéficos en el suelo e incrementa la capacidad de Intercambio Catiónico.
10. Contiene polielectrolitos los cuales son vitales para catalizar el desmenuzamiento de las sustancias tóxicas (fungicidas, herbicidas y otros



pesticidas), y en la metabolización de metales pesados en los suelos y soluciones acuosas.

11. Es biológicamente estable y no se degrada fácilmente, las semillas tratadas con concentraciones bajas mejoran su germinación el desarrollo de raíces y brotes, aumentando así los rendimientos en los cultivos (Alabama, 2016).

### **Aspectos químicos**

- Alto grado de CIC de 500 a 1000 CMOL
- pH directo (3.0-3.30)
- Relación C/N > 50/1
- Densidad 1.00-1.06 gr/ml
- Solubilidad en agua: 100% a cualquier pH sobre 1 y en todos los líquidos ácidos o alcalinos.
- Aspecto: líquido color amarillo claro a amarillo ligeramente oscuro
- Ácidos Fúlvicos: 2% (Método aprobado por HPTA) (Alabama, 2016).

#### **2.2.21. SW-3 Seaweed Creme (crema de algas)**

Contiene Aminoácidos, Macronutrientes y Elementos Traza Quelatados  
Además oligosacáridos: Laminarina, Fucosa,  $\lambda$ -carragenina con acción bioinsecticida – biofungicida BioFlora Seaweed Creme® es un potente bioestimulante preparada con las mejores algas marinas *Ascophyllum nodosum* del mundo. Estas algas crecen lentamente en las aguas frías del Atlántico Norte, son cosechadas a mano, secadas al aire, molidas y luego tratadas en un proceso orgánico patentado por BioFlora®. El producto resultante es una mezcla cremosa de algas marinas y oligominerales. Se trata de un producto concentrado puro que ha demostrado ser uno de los mejores productos de alga marina del mundo (Alabama, 2016).



BioFlora Seaweed Creme es un fertilizante y estimulante del crecimiento, cuyos ingredientes son únicamente orgánicos, preparado con la planta entera de alga marina *Ascophyllum nodosum*. Se utiliza un proceso único de tratamiento en frío que asegura que la crema contenga niveles máximos de todas las hormonas de crecimiento naturales tales como Citoquininas (Trans-zeatina, dihydro-zeatina, dyhydro-zeatina ribosido, trans-zeatina ribosido, isopentiladenosina), Auxinas (Ácido indolacético), Giberelinas (GA3, GA4) y betaínas (Ácido amino valérico, Ácido amino butírico, betaína glicina, Laminina). Este proceso también conserva todas las enzimas, aminoácidos, azúcares y carbohidratos naturales que fomentan el crecimiento de las raíces y el desarrollo de frutos en todos los cultivos. (Alabama, 2016).

#### **a) Perfil analítico de Seaweed Creme**

- Nitrógeno 0.14%
- Fósforo <0.10%
- Potasio 0.25%
- Calcio 0.23%
- Azufre 0.24%
- Magnesio 0.10%
- Hierro 300 ppm
- Boro 21 ppm
- Manganeso 6 ppm
- Cobalto 0.04 ppm
- Cobre 0.04 ppm
- Molibdeno 0.19 ppm
- Zinc 0.10 ppm



- Microelementos traza <0.10 ppm (Alabama, 2016).

**b) Características de BioFlora Seaweed Creme:**

- Contiene promotores biológicos fitohormonales de citoquininas, auxinas y giberelinas, estas hormonas son liberadas dentro de la planta de forma equilibrada, permitiendo una eficiente autorregulación en la disponibilidad de hormonas, las que corrigen cualquier deficiencia que estén afectando los diferentes procesos fisiológicos en los cultivos.
- Posee Bionutrientes con alto contenido de polisacáridos de reserva: fucanos y polisacáridos matriciales: ácido alginico, laminarina,  $\lambda$ -carragenina los que actúan como activadores de las dos vías de resistencia: Sistémica de Resistencia Adquirida (SRA), mecanismo natural de las plantas que los protegen del estrés abióticos e incluso de fitopatógenos (hongos y nematodos); y la vía del Sistema de Resistencia Inducida (SRI), mecanismo natural contra los insectos (áfidos, ácaros, gusanos, etc).
- Bloquea la formación de etileno, inhibiendo la formación de sustancias amídicas que estimulan la germinación de esporas fúngicas; reduce la atracción de insectos, disminuyendo el ataque de plagas y/o enfermedades en el cultivo.
- Inhibe la formación de enzimas poligaracturonasas que destruyen la pared celular de la planta, evitando la penetración de los hongos y el ataque de insectos.
- Actúa cuando las plantas son atacadas por hongos que bloquean los haces vasculares, las protocitoquininas actúan como restablecedoras de las células



adyacentes mejorando su funcionalidad, permitiendo la recuperación del cultivo.

- Contiene betaína y prolina como agente Osmoprotector que es capaz de proteger eficientemente el aparato fotosintético bajo condiciones de estrés osmótico, aumentando la fijación de carbono y el rendimiento final del cultivo.
- Al adicionar al suelo, se produce una degradación enzimática del ácido algínico y da como resultado oligosacáridos de alginato, que estimulan significativamente a las rizobacterias y al crecimiento hifal y elongación de los hongos micorrízicos arbusculares (VAM), promoviendo el incremento y actividad de microorganismos benéficos del suelo.
- Los compuestos polianiónicos de Seaweed Creme® adicionados al suelo contribuyen a la fijación y al intercambio de cationes, que también es de interés para indisponer los metales pesados y la recuperación de suelos.
- Es 100% bioasimilable (penetra en cualquier membrana o tejido de la planta).
- Es 100% biodisponible (su uso se autorregula por la misma planta). (Alabama, 2016).

### **c) Beneficios de Seaweed Creme en las etapas fenológicas del cultivo**

- Etapas de desarrollo (germinación-floración): Los oligominerales en BioFlora Seaweed Creme mejoran la absorción de nutrientes en las plantas, resultando en un crecimiento más vigoroso para las nuevas plantaciones. Seaweed Creme estimula el crecimiento de nuevas raíces que ayuda a los nuevos árboles a entrar en producción, hasta en 30% antes de lo previsto.



- Etapa de floración (floración, cuajado de frutos): BioFlora Seaweed Creme contiene polisacáridos que estimulan el crecimiento de las yemas de fruto, la floración y aumentan las cantidades de frutos. Las hormonas de crecimiento facilitan la transición de la planta de la fase de crecimiento vegetal a la fase de crecimiento reproductivo para desarrollar más frutos.
- Etapa de fructificación (llenado de frutos): BioFlora Seaweed Creme activa la translocación de los fotosintatos de la hoja a los frutos, aumenta el tamaño y peso. Bloquea la producción excesiva de etileno rejuveneciendo o alargando el período de llenado y cosecha, aumentando el número de cosechas y calidad del producto cosechado.
- Etapa de cosecha (pre cosecha y postcosecha): Aplicaciones de BioFlora Seaweed Creme 2-4 semanas antes de la cosecha han demostrado aumentar la vida en anaquel de los frutos por un adicional de 2 hasta 3 semanas, aumentando su resistencia a magulladuras, ablandamiento y putrefacción de los frutos (Alabama, 2016).

#### **d) Aspectos químicos**

- pH directo (3.4)
- Densidad 1.329 gr/ml
- Solubilidad en agua: 90%.
- Aspecto: líquido color verdoso, olor áspero.
- 100% Algas marinas *Ascophyllum nodosum*. (Alabama, 2016).



### 2.2.22. GO Isolates

GO Isolates es un potente biofungicida – biobactericida; es un inoculante líquido único, que contiene una combinación propia de microorganismos benéficos naturales y PGPB (hasta 170 cepas) desarrollados en un ambiente totalmente controlado de altísima calidad. Investigaciones de GO Isolates en laboratorio y aplicaciones en campo han demostrado un excelente desarrollo, vigor e incremento de la producción en todos los cultivos de importancia agrícola: hortalizas, tubérculos, verduras, frutales y forrajes (Alabama, 2016).

#### a) Contenido mínimo garantizado de Go isolates:

<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	106 UFC por ml
<i>Bacillus subtilis</i>	106 UFC por ml
<i>Bacillus megaterium</i>	106 UFC por ml

(Alabama, 2016).

#### b) Características de Go Isolates:

- Ayuda a la rizósfera con la colonización de microorganismos benéficos, ayudan a fijar nitrógeno atmosférico, descomponer residuos orgánicos, ayudan en la desintoxicación de plaguicidas, en la supresión de enfermedades en las plantas, aportan nutrientes al suelo mediante la producción de compuestos bioactivos como vitaminas, hormonas, polifenoles, exudados, que estimulan el crecimiento y desarrollo de las plantas
- Ayuda en la conversión de materia orgánica a humus, gracias a la capacidad biofertilizante que poseen sus 3 principales especies de microorganismos y sus diferentes cepas de *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium* y *Bacillus*



*amiloliquefaciens* al producir una gran y diversa cantidad de enzimas degradadoras tales como celulasa, lipasa, amilasa, pectinasa y proteasa; que degradan la materia orgánica de los suelos convirtiéndolo en nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas.

- Estimula el desarrollo radicular, dado que posee microorganismos benéficos PGPR (Rizobacterias Promotoras de Crecimiento de la Planta), éstos microorganismos producen Reguladores de Crecimiento Vegetal tales como Ácido Indol-3-Ácético (IAA), giberelinas y citoquininas.
- Ayuda a liberar nutrientes atados en los suelos, proporcionado por los microorganismos que son capaces de disolver el fósforo y el potasio de las rocas y de las arcillas de los suelos, convirtiéndolos de una forma inorgánica a una forma orgánica más biodisponible para el cultivo.
- Libera fertilizantes químicos atados, muchos fertilizantes sintéticos forman enlaces químicos con elementos en el suelo que solo puede ser rotos y liberados a través de actividad microbiana.
- Ayuda a reducir el estrés a las plantas causados por el ambiente; estos inoculantes, las enzimas, las hormonas y los metabolitos secundarios sintetizados por ellos, pueden ser utilizados como elicitores o efectores biológicos, contribuyendo, de esta manera, a una producción más limpia y sostenible en los sistemas agrícolas.
- Posee actividad biopesticida, al inhibir el crecimiento de bacterias, hongos, nematodos, e insectos; por diferentes mecanismos de control biológico tales como: antibiosis, producción de cianuro de hidrógeno, competencia de





nutrientes y espacio, producción de sideróforos, y elicitador de Resistencia Sistémica Inducida (RSI).

- Se puede aplicar foliarmente, puesto que tiene los nutrientes necesarios para que los microorganismos puedan sobrevivir en las hojas del cultivo.
- Contiene una gran población de PGPB (Plant-growth-promoting bacteria), conocidas por su acción “biofertilizante” y “bioestimulante”; estos microorganismos son altamente beneficiosos para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Su mecanismo de acción directa son: la fijación de nitrógeno atmosférico, síntesis de fitohormonas, producción de sideróforos, solubilización y movilización del fósforo; y por otra parte la protección frente a patógenos (Alabama, 2016).

#### **Aspectos químicos y físicos**

- pH directo (9.3)
- Densidad 1.05 gr/ml
- Solubilidad en agua: 99%.
- Aspecto: líquido color marrón oscuro, olor a moho. (Alabama, 2016).

#### **2.2.23. Importancia del ambiente protegido**

Existen distintos tipos de construcciones como invernaderos, ambientes protegidos, carpas solares, con el fin de proteger las cosechas, conseguir un adelanto o retraso de su ciclo, controlar riego humedad y radiación. Los ambientes protegidos son cubiertas que evitan el descenso de temperaturas a niveles críticos, la energía solar es la fuente para calentar estos ambientes, siendo los más comunes en la región andina de Bolivia (Valdez, 1995).



Las carpas solares deben ser debidamente orientadas, esto permitirá captar la mayor concentración de luz/temperatura/horas/día/planta, lo que favorecerá para obtener cultivos y plantas con un buen desarrollo vegetativo, obteniendo excelentes rendimientos (CEDEFOA, 2002). Es muy importante situar la carpa solar donde capte la mayor concentración de luz, temperatura cerca de una fuente de agua; en cuanto al suelo elegir con preferencia terrenos planos; lugares desprotegidos donde no existen árboles que puedan proyectar sombras a la carpa solar (Flores, 1999). Se recomienda, que el techo o lamina de protección de un ambiente atemperado en el hemisferio sur debe orientarse al norte con el objetivo de captar una mayor radiación solar, de esta manera el eje longitudinal está orientado de Este a Oeste (Hartman, 1990).

#### **2.2.24. Variables micro climáticas en ambiente protegido**

##### **a) Temperatura**

La temperatura influye en las funciones vitales de los vegetales como la transpiración, respiración, fructificación; las temperaturas máximas y mínimas que soportan la mayoría de los vegetales es de 0 a 60oC fuera de estos límites casi todos mueren o quedan en estado de vida latente (Serrano, 1979 citado por Estrada, 2003).

La temperatura tiene mucha importancia en el desarrollo de las plantas, afecta a la intensidad y velocidad de los procesos fisiológicos, actúa en forma directa sobre la humedad y la evaporación incidiendo en la morfología vegetal (Flores, 1999).

##### **b) Humedad Relativa**

La mayoría de las plantas desarrollan en un medio ambiente de una humedad relativa del aire que oscila entre los 30 y 70%. Una baja humedad relativa en las



plantas, provocan marchites y por un exceso invita a la proliferación de plagas y enfermedades. Por otra parte, un ambiente seco dentro de las carpas solares, influye en la duración del agrofilm lo cual llega a deteriorarse rápidamente (Flores, 1999).

Las plantas se desarrollan bien donde la humedad relativa fluctúa entre 30 a 70% por debajo del 30% las hojas y tallos se marchitan, por encima del 70% la incidencia de enfermedades es un problema (Serrano, 1979 citado por Estrada, 2003).

#### **c) Luminosidad**

La luminosidad es considerada uno de los factores más importantes del medio, ya que es parte integrante del proceso de fotosíntesis de la clorofila en las plantas, el crecimiento, el fototropismo, la morfogénesis, fotoperiodismo, la formación de pigmentos y vitaminas. El anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>) junto a la luz más la temperatura ayudan a la fotosíntesis, para obtener mayores resultados cuantitativos, precocidad y buena calidad (Flores, 1999).

#### **d) Ventilación**

Una mala ventilación trae consigo problemas de asfixiamiento, debilitamiento de las plantas y como también la proliferación de plagas y enfermedades (Flores, 1996). La mayor parte de los ambientes protegidos requieren de un eficiente sistema de ventilación por tres razones: a) para abastecimiento de CO<sub>2</sub>, utilizado por las plantas para la fotosíntesis, b) para limitar y controlar la elevación de en el ambiente; c) para reducir la humedad procedente de la transpiración de las plantas (Guzmán, 1993).



### 2.3. MARCO CONCEPTUAL

**Abonado.-** Técnica por la que se reacondiciona un terreno de labor con la adición de residuos orgánicos procedentes de la vegetación anterior y los excrementos de animales, que se reincorpora al suelo con insumos mecánicos de arado, luego de su descomposición (Sarmiento, 2005).

**Abono.-** Sustancia orgánica o mineral que aporta al suelo elementos nutritivos, especialmente nitrógeno, fósforo, potasio y calcio, necesarios para el metabolismo, crecimiento y mejor productividad de las plantas. Dependiendo de su naturaleza, se distingue entre abonos naturales, de origen orgánico o mineral, y abonos artificiales o químicos, producidos industrialmente (Fraume, 2006).

**Abono orgánico.** Materia orgánica descompuesta, en putrefacción o compostada, normalmente de origen vegetal que se aplica al suelo para incrementar su contenido en humus (Fraume, 2006).

**Apio.-** *Apium graveolens*, pertenece a la familia de las umbelíferas. Es una planta procedente del Mediterráneo, existiendo otros centros secundarios como el Caucaso y la zona del Himalaya. Se conocía en el antiguo Egipto. Su uso como hortaliza se desarrolló en la Edad Media y actualmente es consumido tanto en Europa como en América del Norte (Peña, 2006).

**Aclimatación.-** Adaptación fisiológica, conjunto de modificaciones fisiológicas, de comportamiento y morfológicas que permiten a los organismos adaptarse a condiciones climáticas, de temperatura, humedad, presión y diversos suelos, diferentes de las que le son habituales en su medio natural. La duración del período de aclimatación varía según la edad del individuo (Fraume, 2006).



**Adaptabilidad.-** Capacidad de un grupo o especie de ajustarse a cambios ambientales significativos, con fines de supervivencia y sostenibilidad en un ecosistema específico (Fraume, 2006).

**Agricultura.-** Conjunto de actividades relacionadas con el cultivo de la tierra, que buscan conseguir la satisfacción de algunas necesidades humanas como la alimentación y materias primas para la industria. Existen dos formas de clasificar la agricultura. El primero, se basa en el grado de empleo de los diversos factores de la producción: agricultura intensiva y extensiva. El segundo, toma en consideración las formas de producción y el destino del producto: agricultura de subsistencia, de transición y moderna. Agricultor, persona que labora o cultiva la tierra (Peña, 2006).

**Agricultura orgánica.-** La agricultura orgánica es un sistema integral de gestión de la producción que promueve y mejora la salud del ecosistema agrícola, incluidos su biodiversidad, ciclos biológicos y actividad biológica del suelo. Da preferencia al uso de prácticas de gestión sobre el de insumos ajenos a la explotación, teniendo en cuenta que las condiciones regionales necesitan sistemas adaptados a la realidad local. Para ello, se utilizan, en la medida de lo posible, métodos culturales, biológicos y mecánicos, en lugar de materiales sintéticos, para realizar cualquier función específica dentro del sistema (MINAM, 2012).

**Agricultura ecológica.-** Los sistemas de gestión de la agricultura ecológica conllevan prácticas que mejoran los procesos regenerativos naturales y estabilizan las interacciones dentro de los ecosistemas agrícolas locales. La agricultura ecológica incluye la agricultura orgánica, así como otros métodos agropecuarios ecológicos que permiten el uso de insumos sintéticos. En castellano, sin embargo, la expresión “agricultura ecológica” se utiliza en la legislación en referencia a la agricultura orgánica (MINAM, 2012).



**Cambio climático.-** Según el artículo 1 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), el cambio climático es: “el cambio del clima atribuido directa o indirectamente a las actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera mundial, y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”. (Peña, 2006).

**Ciclo agrícola.-** Son períodos que reciben los nombres de las estaciones del año en que se realizan las siembras (otoño-invierno y primavera-verano). Sin embargo, al considerar la totalidad del período de producción hasta que se llevan a cabo las cosechas, los ciclos se traslapan; es decir, todavía no termina un ciclo cuando se inicia el otro, lo cual se debe a la duración de los períodos vegetativos (Peña, 2006).

**Desarrollo sustentable.-** Desarrollo que se logra mediante el proceso de obtención de mejores productos y mayor rentabilidad de los recursos gracias a usos no convencionales que permiten una continua dotación de los mismos en base a una planificación adecuada, una operación participativa y un usufructo compartido, lo cual crea una base de progreso social que sustenta futuros incrementos sin dependencia de factores externos (sarmiento, 2005).

**Hortalizas.-** Planta herbácea de la cual se obtienen, como alimento para el hombre en forma natural, sin pasar por ninguna transformación, una o más parte como las raíces, las hojas, el fruto: bulbos, frutos, hojas, tubérculos. La horticultura es la rama de la agricultura que se relaciona con el cultivo y la producción de hortalizas (Peña, 2006).

**Invernadero.-** Invernáculo, una estructura, usualmente construida de vidrio o plástico claro, que provee un ambiente protegido y controlado para crecer las plantas. Sitio creado para alojar a las plantas, con el fin de cuidarlas de las acciones climáticas y mantenerlas en condiciones que ayuden a mejorar su crecimiento (Fraume, 2006).



**Productividad.-** Relación entre el producto obtenido y los insumos empleados, medidos en términos reales; en un sentido, la productividad mide la frecuencia del trabajo humano en distintas circunstancias; en otro, calcula la eficiencia con que se emplean en la producción los recursos de capital y de mano de obra (Peña, 2006).

**Producción.-** Proceso por medio del cual se crean los bienes y servicios económicos. Es la actividad principal de cualquier sistema económico que está organizado precisamente para producir, distribuir y consumir los bienes y servicios necesarios para la satisfacción de las necesidades humanas (Peña, 2006).

**Producción agrícola.-** Es una cantidad de producto primario, que se obtiene mediante el uso de recursos como tierra, mano de obra y tecnología, a través de la siembra de cultivos en el período de referencia (Peña, 2006).

**Semilla.-** Material de propagación, puede ser botánica o verdadera cuando proviene de un proceso sexual, como en la mayoría de hortalizas, o vegetativa, cuando se utiliza una porción de planta para la siembra (UNALM, 2000).



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LUGAR DE INVESTIGACIÓN

El trabajo de investigación se ejecutó en el invernadero del Centro de Producción e Investigación Camacani, de la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, perteneciente a la Universidad Nacional del Altiplano, ubicada en el Distrito de Platería, Provincia y Departamento de Puno. Se encuentra ubicado a 24 Km de la ciudad de Puno de la carretera panamericana Sur, con la siguiente posición geográfica: Latitud Sur 15°52', Longitud Oeste 69°53' y a una altitud de 3812 m.s.n.m.

#### 3.2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Se utilizaron los métodos teóricos: inductivo – deductivo y análisis – síntesis; además se aplicó el método denominado experimental; porque se experimentó el efecto de los abonos orgánicos comerciales sobre cultivares de apio (Torres, 2012).

#### 3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población estuvo conformada por todas plantas de los cultivares de apio, las cuales fueron cultivadas en el área experimental. El muestreo no se realizó, ya que se evaluó todas las plantas.

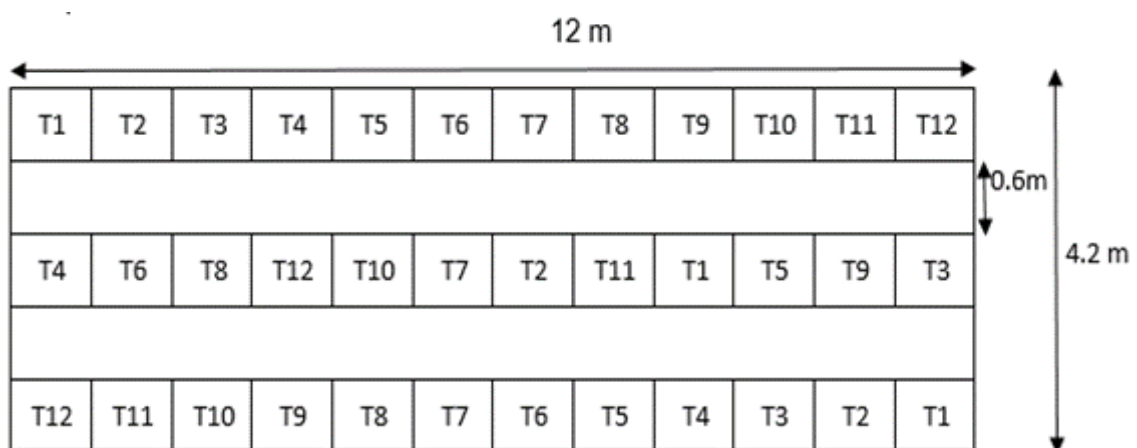
#### 3.4. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

a) Del cultivo

- Distancia entre surcos : 25 cm
- Número de surcos : 4
- Distancia entre plantas : 20 cm.



- Número de plantas por surco: 5
- b) Unidad experimental
- Largo: 1 m
  - Ancho: 1 m
  - Área: 1 m<sup>2</sup>
- c) Área de repetición experimental
- Número de repeticiones : 3
  - Largo de repetición : 12 m
  - Ancho de repetición : 1 m
  - Área de repetición : 12 m<sup>2</sup>
  - Distancia entre repeticiones 0.6 m
- d) Área experimental
- Largo : 12 m
  - Ancho : 4.2 m
  - Área total : 50.4 m<sup>2</sup>



**Figura 1.** Croquis de distribución de tratamientos

### 3.5. FACTORES EN ESTUDIO

- a) Cultivares de apio



- C1 = *Apium graveolens* cv. Híbrido Green King
- C2 = *Apium graveolens* cv. Lleno Blanco Mejorado
- C3 = *Apium graveolens* cv. Self Blanching

b) Abonos foliares orgánicos

- A0 = Testigo (sin abono foliar orgánico)
- A1 = Crema de algas
- A2 = Fulvex
- A3 = Goisolet

Tratamientos en estudio:

T1=C1A0	T5=C2A0	T9=C3A0
T2=C1A1	T6=C2A1	T10=C3A1
T3=C1A2	T7=C2A2	T11=C3A2
T4=C1A3	T8=C2A3	T12=C3A3

### 3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el diseño estadístico Completamente al azar, con un arreglo factorial de 3 cultivares de apio (Híbrido Green King, Lleno Blanco Mejorado y Self Blanching) x 4 abonos foliares orgánicos (Testigo, Crema de algas, Fulvex y Goisolet), combinado se tiene 12 tratamientos, los cuales serán conducidos bajo 3 repeticiones, con un total de 36 unidades experimentales.

El modelo estadístico para un diseño completo al azar con arreglo factorial, es el siguiente (Ibañez, 2009):

$$X_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$



$$i=1,2,\dots,a; j=1,2,\dots,b; k=1,2,\dots,r$$

Donde:

$X_{ijk}$  : Es la variable respuesta de la  $k$ -ésima observación bajo el  $j$ -ésimo nivel de factor

B, sujeto al  $i$ -ésimo nivel de tratamiento A.

$\mu$  : Constante, media de la población a la cual pertenecen las observaciones.

$\alpha_i$  : Efecto del  $i$ -ésimo nivel del factor A.

$\beta_j$  : Efecto del  $j$ -ésimo nivel del factor B.

$\alpha\beta_{ij}$ : Efecto de la interacción del  $i$ -ésimo nivel del factor A, en el  $j$ -ésimo nivel del factor B.

$\varepsilon_{ijk}$ = Efecto del error experimental.

### 3.7. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

#### 3.7.1. Acopio de semilla de apio

Las semillas de los 3 cultivares de apio se acopiaron de la casa comercial ALABAMA cuya oficina principal se encuentra ubicada en la Av. Oscar R. Benavides 5737 Parque Industrial. Callao, Lima-Perú; los abonos orgánicos foliares se acopiaron de la tienda comercial de la Ciudad de Juliaca, los que son importados y distribuidos por ALABAMA S.A.

#### 3.7.2. Muestreo de suelo experimental

Con el fin de conocer la fertilidad del suelo experimental, se realizó un muestreo del suelo de un 1 kg, y esta se remitirá al Laboratorio de Agua y Suelos del INIA, Puno.

#### 3.7.3. Preparación de almácigo

La cantidad de semilla de apio fue de 0.5 kg para una hectárea (UNAL,



2000), en hileras de 10 cm a 4 mm de profundidad (CEDAF, 1999), se sembraron las semillas a chorro continuo en sustrato preparado, cuya proporción fue de 1:1 (una parte de arena y una parte de tierra negra). La germinación se realizó en 3 bandejas (35 x 50 x 15 cm) por cada cultivar con sustrato bajo ambiente controlado del invernadero hasta que las plantas tengan unos 7 cm de altura aproximadamente.

#### **3.7.4. Preparación de parcelas experimentales**

Mediante un croquis, se delimitó las 12 unidades experimentales según los tratamientos en estudio.

#### **3.7.5. Trasplante de plántulas de apio**

Se realizó en surcos de 50 cm, y 20 cm entre plantas, ya que así lo recomienda Sendra *et al* (2011), indicando que se puede usar distanciamientos de 35-70 cm por 15-35 cm; previo el trasplante se realizó un riego usando una manguera por un tiempo de 20 minutos para mantener la humedad del suelo y lograr un total prendimiento.

#### **3.7.6. Aplicación de abonos orgánicos foliares comerciales**

La aplicación de los abonos orgánicos vía foliar se realizó bajo la dosis de 3lt/ha. La frecuencia de aplicación fue a los 30, 60 y 90 días. Las dosis por cada tratamiento por parcela experimental (1m<sup>2</sup>) fueron de la siguiente forma:

**Tabla 1.** Dosis de aplicación de abonos foliares orgánicos por parcela

Abonos foliares orgánicos	1ra aplicación		2da aplicación		3ra aplicación		Total	
	(ml/m <sup>2</sup> )		(ml/m <sup>2</sup> )		(ml/m <sup>2</sup> )		(ml/m <sup>2</sup> )	
	Abono foliar	Agua	Abono foliar	Agua	Abono foliar	Agua	Abono foliar	Agua
Crema de algas	0.3	200	0.3	300	0.3	500	0.9	1000
Fulvex	0.3	200	0.3	300	0.3	500	0.9	1000
Goisolet	0.3	200	0.3	300	0.3	500	0.9	1000

### 3.7.7. Labores culturales

- Escarda; en donde se realizó el mullido del suelo, complementándose con el deshierbo que fue manualmente, que se realizó cada vez que se presentaron las malezas en el área de cultivo, las malezas deshierbadas fue principalmente “kikuyo” *Pennisetum clandestinum*.
- Control de plagas y enfermedades, no se efectuó ya que no se presentaron durante la conducción del cultivo.
- Se hizo el riego usando una manguera, con un tiempo de 40 minutos, siendo frecuencia de riego interdiaria hasta días previos a la cosecha.

### 3.7.8. Cosecha

Se cosechó el cultivo en su totalidad, cuando tuvo un tamaño deseado para el mercado. La recolección fue en forma manual con ayuda de un cuchillo para realizar el corte por planta, separando la raíz de la parte aérea de la planta.



### **3.8. MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES DE RESPUESTA POR OBJETIVO**

Para el cumplimiento del objetivo general, se tuvo que cumplir con los objetivos específicos, los cuales fueron:

#### **3.8.1. Altura de planta de los cultivares de apio con la aplicación de abonos foliares orgánicos en condiciones de invernadero**

La evaluación de la altura de planta fue a los 150 días después del trasplante en todas las plantas dentro del área útil de cada unidad experimental, se consideró los extremos desde el cuello de la raíz hasta la última yema terminal o apical, para ello, se utilizó una cinta métrica de 3 m., colocando la cinta al ras del suelo y luego extendiendo hasta la parte apical de la planta, observándose y anotando la altura de planta alcanzada de las plantas por tratamiento evaluado.

Los datos evaluados se codificaron por tratamiento, las cuales se pasaron a una planilla de evaluación, y de esta a una hoja de cálculo de Microsoft Excel. Luego, se realizó el análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de Tukey al 95% de confiabilidad, para ello se usó el software estadístico S.A.S. versión 9.0.

#### **3.8.2. Número de hojas basales de los cultivares de apio a la aplicación de abonos foliares orgánicos en condiciones de invernadero**

Se evaluó a los 150 días en todas las plantas utilizadas para el caso anterior, considerando el número de tallos con hojas basales por planta en su totalidad, para ello se cogió con sumo cuidado la planta observando y anotando el número de hojas por planta.



Los datos evaluados se codificaron por tratamiento, las cuales se pasaron a una planilla de evaluación, y de esta a una hoja de cálculo de Microsoft Excel. Luego, se realizó el análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de Tukey al 95% de confiabilidad, para ello se usó el software estadístico S.A.S. versión 9.0.

### **3.8.3. Rendimiento de cultivares de apio a la aplicación de abonos foliares orgánicos en condiciones de invernadero.**

La cosecha, se hizo de cortando todas la plantas de apio por tratamiento, para luego, estimando primero el rendimiento total por parcela (kg/parcela), luego se estimó el rendimiento kg/ha. La cosecha fue a los 150 días.

Los datos evaluados se codificaron por tratamiento, las cuales se pasaron a una planilla de evaluación, y de esta a una hoja de cálculo de Microsoft Excel. Luego, se realizó el análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de Tukey al 95% de confiabilidad, para ello se usó el software estadístico S.A.S. ver. 9.0.

## **3.9. OBSERVACIONES**

### **3.9.1. Análisis de suelo experimental**

Antes de efectuar el trasplante se tomaron muestras de suelo con el objeto de realizar el análisis de fertilidad, para ello se realizó un muestreo en forma de “zigzag”, tomando 8 sub-muestras de un kilo a una profundidad de 20 cm, luego se mezclaron las sub-muestras para obtener la muestra representativas de un kilo, para determinar las características físicas y químicas del suelo experimental se tomaron muestras de suelo, con el objetivo de obtener los resultados de fertilidad,

el mismo que se realizó en el Laboratorio de Aguas y Suelos de INIA – Puno, cuyos resultados se presentan en la Tabla 2.

Según la interpretación de la Tabla 2, se trata de un suelo de textura franco limosa, posee un pH de 6.59 “ligeramente ácido”; en materia orgánica es “medio”; nitrógeno total está clasificado como “bajo”; el fósforo se clasifica como “medio” y el potasio se encuentra clasificado como “alto”; ausencia en carbonatos y bajo en contenido de sales.

**Tabla 2.** Análisis físico – químico inicial del suelo experimental

Componentes	Cantidad	Unidad	Métodos
<b>Análisis Físico</b>			
ARENA	59	%	Bouyoucus
ARCILLA	7	%	Bouyoucus
LIMO	34	%	Bouyoucus
CLASE TEXTURAL	Franco limoso	----	Triangulo textural
<b>Análisis Químico</b>			
M.O.	2.04	%	Walkley y Black
N total	0.08	%	Semi Micro - kjeldahl
P disponible	10.10	ppm	Olsen Modificado
K disponible	1837.60	ppm	Pratt
pH	6.59	---	Potenciómetro
C.E.	1.64	mS/cm	Conductímetro
CO <sub>3</sub> Ca	0.00	(%)	Gasó volumétrico

**Fuente:** Laboratorio de Aguas y Suelos del INIA, 2018.

Según los resultados de análisis de suelo, el apio para su cultivo, requiere que el suelo tenga un pH de 6.0 a 6.8 y un contenido rico de materia orgánica (AGROTECRL, 2017), mientras que Vigliola (1992), indica que el cultivo de apio no es demasiado exigente en suelos, siempre que no sea excesivamente húmedo. Kadam y Salunkhe (2004) manifiestan que los suelos francos, francos arcillosos y con un alto contenido de materia orgánica bien drenados son los más adecuados





para este tipo de cultivo. Por lo manifestado el suelo reúne las condiciones para el desarrollo del cultivo.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

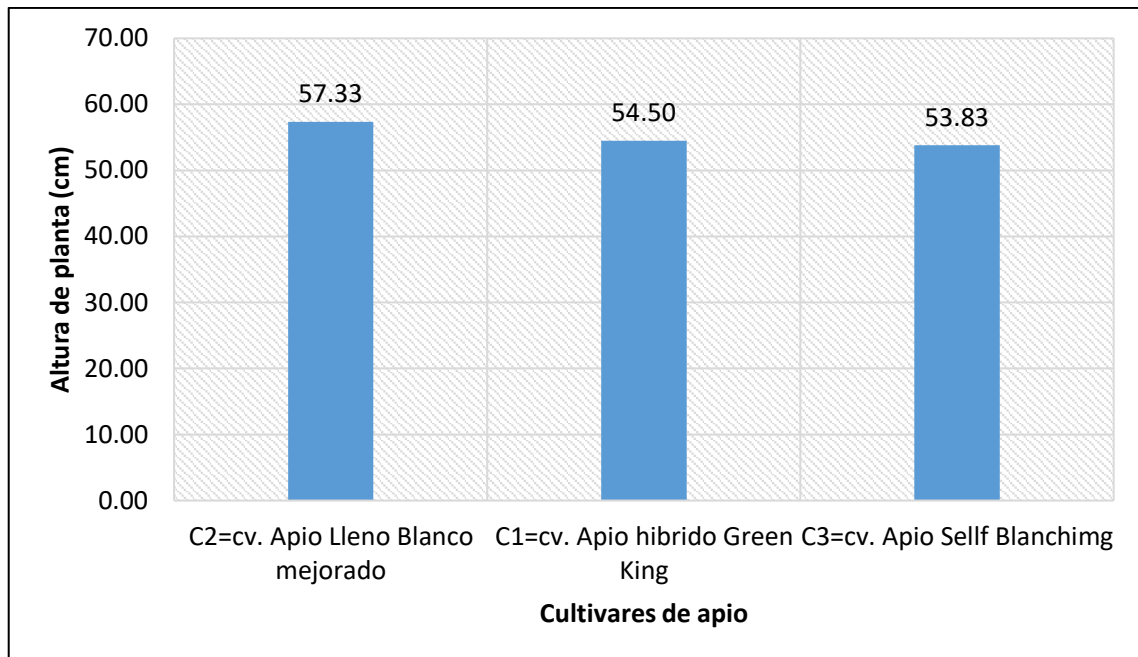
#### 4.1. ALTURA DE PLANTA DE LOS CULTIVARES DE APIO BAJO LA APLICACIÓN DE ABONOS FOLIARES ORGÁNICOS BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO

En la tabla 3, según el análisis de varianza para altura de planta, se tiene que para el factor cultivares de apio (C) no existe diferencias estadísticas significativas, lo cual indica que entre cultivares hubo similitud en altura de planta. Para el factor abonos orgánicos (A), existe una diferencia estadística altamente significativa, lo cual expresa que existen diferencias en altura de planta por el efecto de los abonos orgánicos aplicados al cultivo. Para la interacción V x A, no existe diferencias estadísticas significativas, demostrando que los factores en estudio actúan de forma independiente sobre altura de planta. Además, el coeficiente de variación (CV) igual a 18.19% indica que los datos evaluados son confiables, el cual es corroborado por Vásquez (1990), en donde se menciona que para experimentos bajo ambientes controlados no sería extraño tener el coeficiente de variación hasta el 25%.

**Tabla 3.** Análisis de varianza para altura de planta antes de la cosecha.

F. V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Cultivares de apio (C)	2	82.467222	41.233611	0.41	3.40	5.61	n.s.
Abonos orgánicos (A)	3	2095.776389	698.592130	6.92	3.01	4.72	**
C x A	6	310.719444	51.786574	0.51	2.51	3.67	n.s.
Error experimental	24	2421.293333	100.887222				
Total	35	4910.256389					
CV=18.19%		Prom.gral=55.22 cm.					

En la Figura 2, se observó una diferencia numérica entre los cultivares de apio, donde el cultivar Apio Lleno Blanco Mejorado tuvo mayor altura de planta con 57.33 cm, seguido del cultivar Apio híbrido Green King con 54.50 cm y por último el cultivar de apio Self Blanching con 53.83 cm.



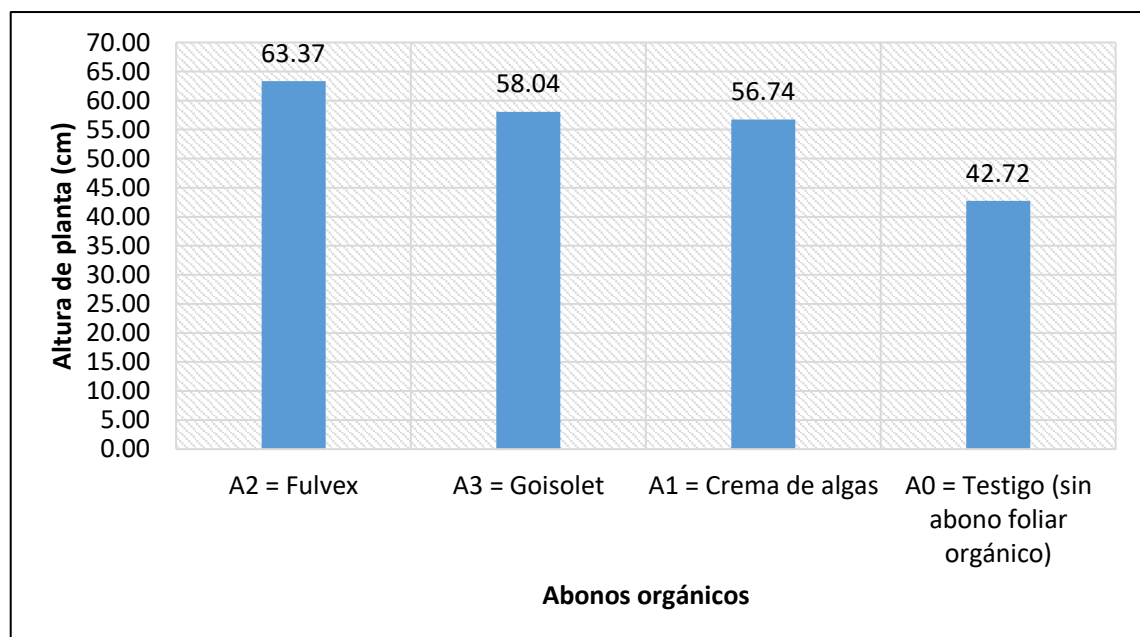
**Figura 2.** Promedio de altura de planta por efecto de los cultivares de apio.

Los resultados se contrasta a lo indicado por Machaca (2007), quien al estudiar diferentes variedades de apio, tuvo diferencias en altura de planta, la variedad Tall-utah obtuvo 47.48 cm y la variedad Golden blanchino obtuvo 42.42 cm; estas diferencias se deben a las características genéticas de cada variedad, además de la influencia por la aplicación de abonos orgánicos, temperatura, etc. Mientras que Enríquez (2015), reporta que no obtuvo diferencias estadísticas en dos variedades de apio Triumoh y Premio bejo.

En la tabla 4, se observó que la prueba de significancia de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) para el factor abonos orgánicos, en donde se observa que hubo similitud estadística entre los abonos orgánicos a excepción del testigo, diferenciándose numéricamente entre ellos, para el abono orgánico Fulvex obtuvo mayor respuesta en altura de planta con 63.37 cm, seguido de Goisolet con 58.04 cm, Crema de algas con 56.74 cm, siendo los abonos estadísticamente superiores al testigo con 42.72 cm.

**Tabla 4.** Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) para abonos orgánicos sobre altura de planta.

Orden de mérito	Cultivares de apio	Promedio de altura de planta (cm)	Sig. $P \leq 0.05$
1	A2 = Fulvex	63.37	a
2	A3 = Goisolet	58.04	a
3	A1 = Crema de algas	56.74	a
4	A0 = Testigo (sin abono foliar orgánico)	42.72	b

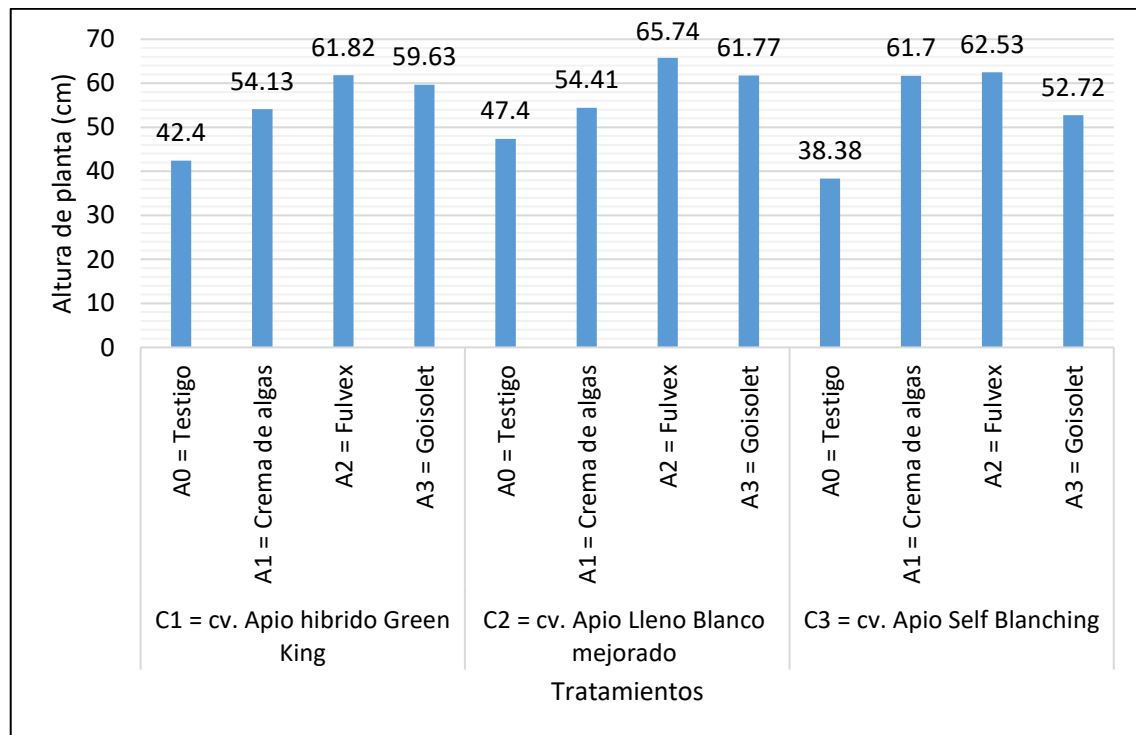


**Figura 3.** Promedio de altura de planta por efecto de los abonos orgánicos.

Los resultados obtenidos son diferentes al reporte de Sánchez (2017), quien al aplicar 15 l/ha de biofertilizante Humega obtuvo 90.12 cm en altura de planta, mientras

que el testigo obtuvo 85.59 cm, estas diferencias se deben a la variedad del cultivo, y la composición del Humega, los cuales incrementaron la altura de planta. Por tanto, la aplicación de abonos orgánicos, incrementa la altura de planta a la comparación del testigo.

De los resultados obtenidos, al no haber significancia estadística en la interacción se ha realizado un gráfico (Figura 4) con el fin de observar las diferencias numéricas entre los tratamientos, en donde se observa que en el cultivar apio híbrido Green King obtuvo la mayor altura de planta con el abono orgánico Fulvex con 61.82 cm; en el cultivar apio Lleno Blanco Mejorado de igual forma se tuvo mayor altura de planta con el abono orgánico Fulvex con 65.74 cm; y en el cultivar apio Self Blanching también con la aplicación de Fulvex se tuvo 62.53 cm de altura de planta. También se visualiza que el testigo en todos los cultivares tuvo menor altura de planta, lo que demuestra el efecto de los abonos orgánicos en el desarrollo del cultivo.



**Figura 4.** Altura de planta por cultivares de apio y abonos orgánicos.



Machaca (2007), quien aplicó diferentes dosis de estiércol de ovino, obtuvo mayor altura de planta con la dosis de  $3.8 \text{ kg/m}^2$  con 56.96 cm, mientras que la menor dosis de  $0.95 \text{ kg/m}^2$  con 34.03 cm; estas diferencias se deben al efecto del abono orgánico por su composición nutricional que influyó en el crecimiento del cultivo.

Enríquez (2015), reporta que obtuvo mejores resultados en crecimiento a la aplicación del bioestimulante humus a 12 tm/ha en la variedad Triump, seguido del bioestimulante gallinaza aplicando 12 tm/ha en la variedad Premio (Bejo) a comparación del testigo; lo cual confirma que la aplicación de abonos orgánicos o, bioestimulantes mejoraran el desarrollo del cultivo. Mientras que Guamán (2011), indica que a mayor dosis de bioestimulante se estimula un mayor crecimiento en altura de planta.

Amores (2015), manifiesta que la aplicación de Vermicompost influyó en la altura de planta a los 30, 45 y 60 días con 4.98, 7.28 y 18.90 cm en condiciones de campo, mientras que el testigo tuvo 3.90, 5.25 y 7.98 cm a los 30, 40 y 60 días de evaluación; estos resultados también confirman el efecto en el desarrollo el cultivo de apio cuando se aplican abonos orgánicos. Mientras que Zaráuz, (2013), alcanza los mayores valores a los 30 y 60 días en el tratamiento Humus de lombriz con alturas de 9,29 y 40,80 cm superando al testigo.

Rupay (2017), al aplicar sustratos orgánicos y microorganismos eficaces (EM), indica que el tratamiento T5 (estiércol de vacuno + EMa) con una altura de 57.280 cm; tratamiento T4 (estiércol de ovino + EMa) con una altura de 56.551 cm; tratamiento T1 (estiércol de ovino) con una altura de 56.102 cm; tratamiento T3 (estiércol de cuy) con una altura de 55.729 cm; tratamiento T6 (estiércol de cuy + EMa) con una altura de 55.611 cm; tratamiento T2 (estiércol de vacuno) con una altura de 51.416 cm y T0 (testigo) con una altura de 49.805 cm siendo el más bajo; las diferencias se deben a la dosis de



aplicación de abonos orgánicos, el cultivar o variedad de apio y las condiciones como llevo el experimento.

#### **4.2. NÚMERO DE HOJAS BASALES DE LOS CULTIVARES DE APIO A LA APLICACIÓN DE ABONOS FOLIARES ORGÁNICOS EN CONDICIONES DE INVERNADERO**

En la tabla 5, se observó el análisis de varianza para número de hojas basales, se determinó que para el factor cultivares de apio (C) no existe diferencias estadísticas significativas, lo cual indica que entre cultivares hubo similitud en número de hojas basales; para el factor abonos orgánicos (A), existe diferencia estadística significativa, lo cual daría a conocer que existe diferencias en número de hojas basales por el efecto de los abonos orgánicos aplicados al cultivo. Para la interacción V x A, no existe diferencias estadísticas significativas, demostrando que los factores en estudio actúan de forma independiente sobre hojas basales.

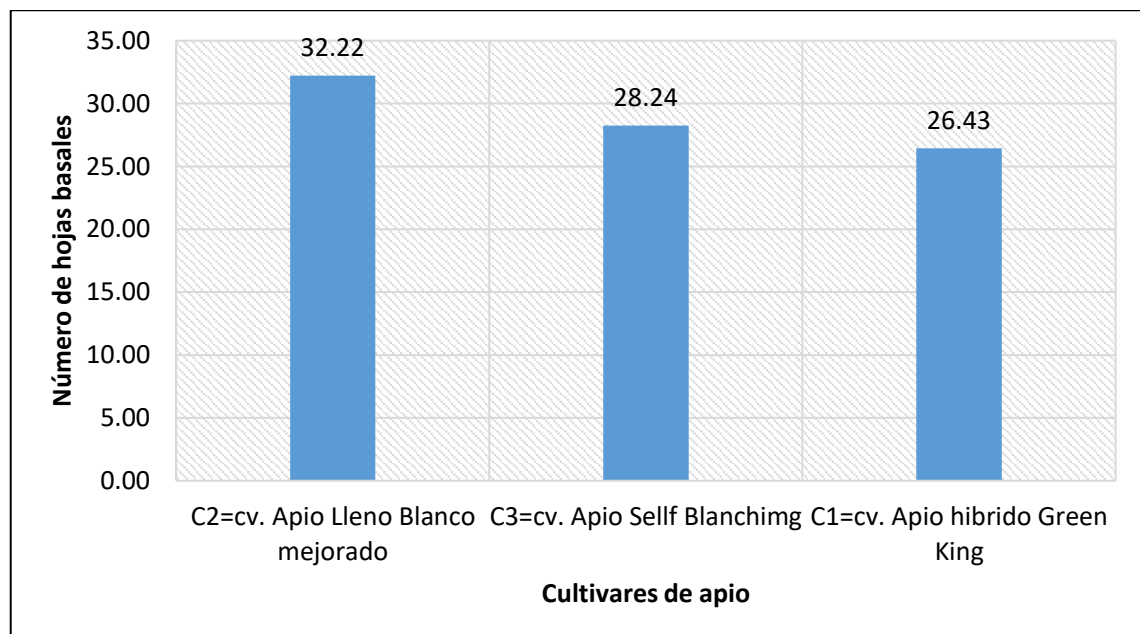
El coeficiente de variación (CV) es 23.92% indica que los datos evaluados son confiables, lo cual es corroborado por Vásquez (1990), en donde se menciona que para experimentos bajo ambientes controlados no sería extraño tener el coeficiente de variación hasta 25%.

**Tabla 5.** Análisis de varianza para número de hojas basales durante la cosecha.

F. V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Cultivares de apio (C)	2	210.0705556	105.0352778	2.19	3.40	5.61	n.s.
Abonos orgánicos (A)	3	517.2941667	172.4313889	3.59	3.01	4.72	*
C x A	6	132.6450000	22.1075000	0.46	2.51	3.67	n.s.
Error experimental	24	1152.053333	48.002222				
Total	35	2012.063056					

CV=23.92%                      Prom.gral=28.96.

En la Figura 5, se aprecia diferencia numérica entre los cultivares de apio, donde se observa que el cultivar Apio Lleno Blanco Mejorado tuvo mayor respuesta en número de hojas basales con 32.22 hojas basales, seguido del cultivar Apio Self Blanching con 28.24 hojas basales y por último el cultivar de apio híbrido Green King con 26.43 hojas basales.



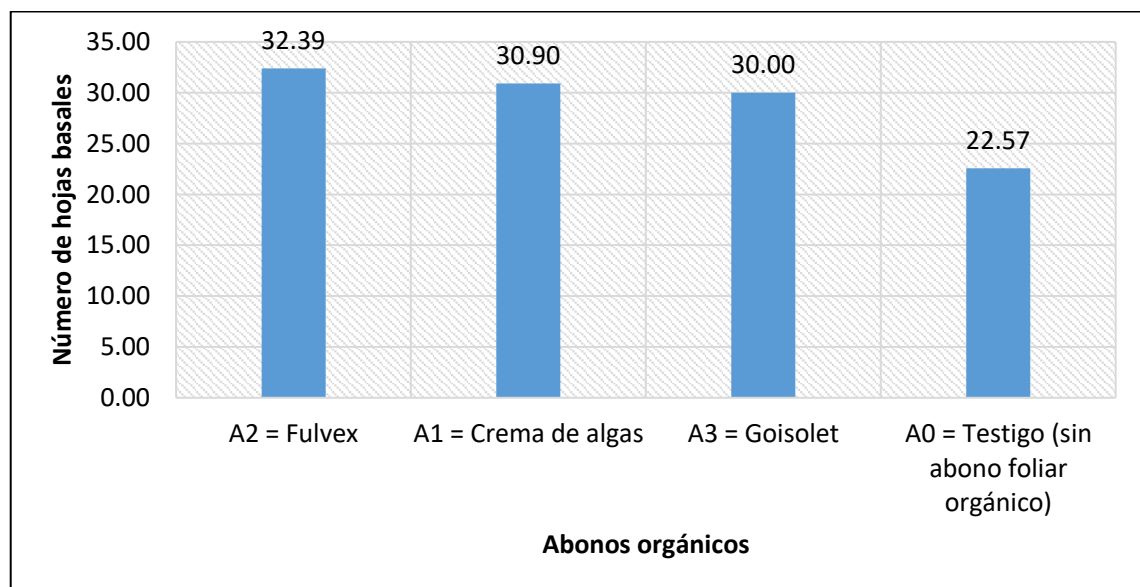
**Figura 5.** Promedio de número de hojas basales por efecto de los cultivares de apio.



En la tabla 6, se puede prestar atención a la prueba de significancia de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) para factor abonos orgánicos, en donde se observa que hubo similitud estadística entre ellos, diferenciando numéricamente entre ellos, donde el abono orgánico Fulvex tuvo mejor respuesta en número de hojas basales con 32.39 hojas basales, seguido de crema de algas con 30.90, Goisolet con 30.00, los cuales estadísticamente fueron superiores a testigo con 22.57 hojas basales.

**Tabla 6.** Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) para abonos orgánicos sobre número de hojas basales.

Orden de mérito	Cultivares de apio	Promedio de número de hojas basales	Sig. $P \leq 0.05$
1	A2 = Fulvex	32.39	a
2	A1 = Crema de algas	30.90	a
3	A3 = Goisolet	30.00	a
4	A0 = Testigo (sin abono foliar orgánico)	22.57	b

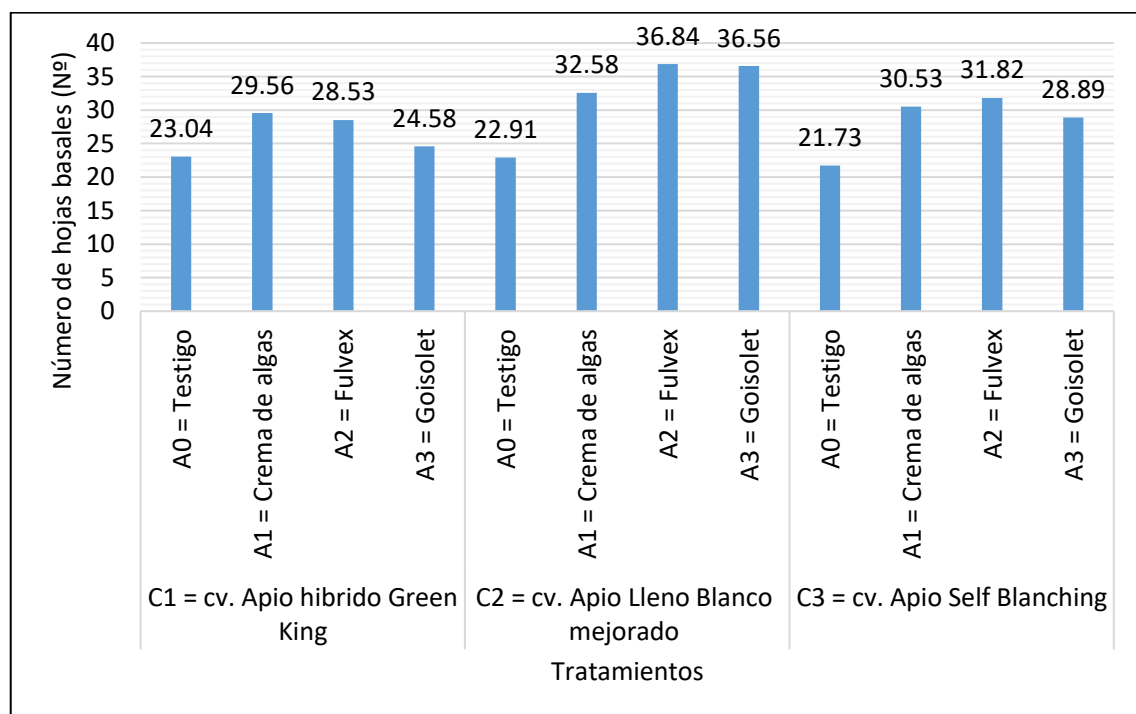


**Figura 6.** Promedio de número hojas basales por efecto de los abonos orgánicos.

Los resultados obtenidos son diferentes al reporte de Sánchez (2017), quien al aplicar 15 l/ha del biofertilizante Humega tuvo 86.65 hojas, mientras que el testigo tuvo

85.12 hojas, estas diferencias se deben a la variedad del cultivo y la composición del Humega, los cuales incrementaron la cantidad de hojas a comparación de los resultados obtenidos. Pero, se corrobora que la aplicación de abonos orgánicos, incrementa la cantidad de hojas al comparar con el testigo.

Al no haber significancia estadística en la interacción solo se ha realizado un gráfico (Figura 7) con el fin de observar las diferencias numéricas entre los tratamientos, en donde se observa que en el cultivar apio híbrido Green King obtuvo la mayor altura de planta con el abono orgánico Crema de algas con 29.56 hojas basales; en el cultivar apio Lleno Blanco Mejorado de igual forma se tuvo mayor altura de planta con el abono orgánico Fulvex con 36.84 hojas basales; y en el cultivar apio Self Blanching también con la aplicación de Fulvex se tuvo 31.82 hojas basales. También se visualiza que el testigo en todos los cultivares tuvo menor número de hojas basales, lo que demuestra el efecto de los abonos orgánicos en el desarrollo de las hojas basales del cultivo de apio.



**Figura 7.** Número de hojas basales por cultivares de apio y abonos orgánicos.

#### 4.3. RENDIMIENTO DE CULTIVARES DE APIO A LA APLICACIÓN DE ABONOS FOLIARES ORGÁNICOS BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO

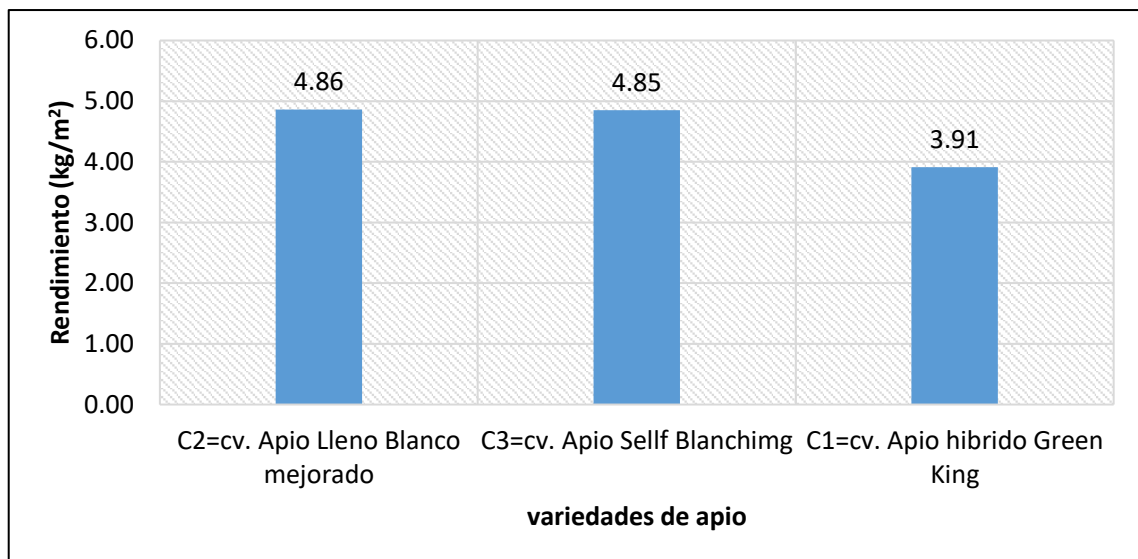
En la tabla 7, según el análisis de varianza para rendimiento en la cosecha, se determinó que para el factor cultivares de apio (C) no existe diferencias estadísticas significativas, lo cual indica que entre cultivares hubo similitud en rendimiento; para el factor abonos orgánicos (A), existe una diferencia estadística altamente significativa, lo cual se daría a conocer que existe diferencias en rendimiento por el efecto de los abonos orgánicos aplicados al cultivo. Para la interacción V x A, no existe diferencias estadísticas significativas, demostrando que los factores en estudio actúan de forma independiente sobre el rendimiento. Además, el coeficiente de variación (CV) igual a 26.17% indica que los datos evaluados son confiables, el cual es corroborado por Vásquez (1990), en donde se menciona que para experimentos bajo ambientes controlados no sería extraño tener el coeficiente de variación hasta 25%.

**Tabla 7.** Análisis de varianza para el rendimiento en la cosecha.

F. V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Cultivares de apio (C)	2	7.15170556	3.57585278	2.53	3.40	5.61	n.s.
Abonos orgánicos (A)	3	19.50618889	6.50206296	4.60	3.01	4.72	*
C x A	6	6.35516111	1.05919352	0.75	2.51	3.67	n.s.
Error experimental	24	33.93106667	1.41379444				
Total	35	66.94412222					
CV=26.17%		Prom.gral=4.54 kg/m <sup>2</sup> .					

En la Figura 8, se puede apreciar que hubo diferencias numéricas entre los cultivares de apio, donde el cultivar Apio Lleno Blanco Mejorado presenta mayor respuesta en rendimiento con 4.85 kg/m<sup>2</sup> (48 638.3 kg/ha), seguido del cultivar Apio Self

Blanching con  $4.85 \text{ kg/m}^2$  (48 514.6 kg/ha) y por último el cultivar de apio híbrido Green King con  $3.91 \text{ kg/m}^2$  (39 126.7 kg/ha).



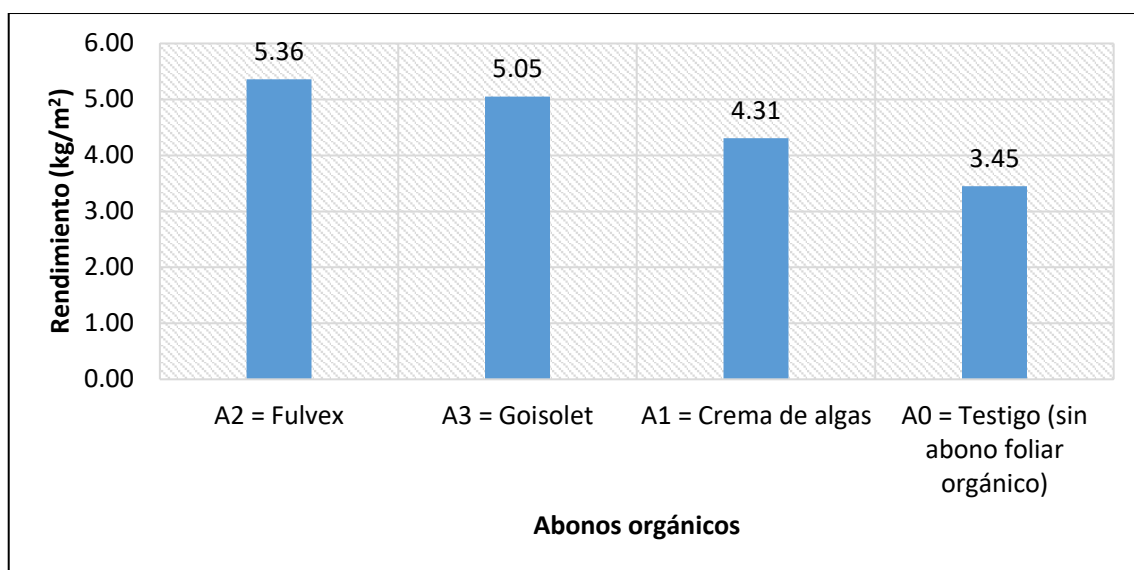
**Figura 8.** Rendimiento por parcela por efecto de los cultivares de apio.

Los resultados son diferentes a los indicado por Machaca (2007), quien al estudiar diferentes variedades de apio, tuvo diferencias en rendimiento, la variedad Tall-utah tuvo  $2.47 \text{ kg/m}^2$  y la variedad Golden blanchino tuvo  $2.80 \text{ kg/m}^2$ ; estas diferencias se deben a las características genéticas de cada variedad, además de la influencia de aplicación de abonos orgánicos, temperatura, etc.

En la tabla 8, se observa la prueba de significancia de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), en donde entre los abonos orgánicos a excepción del testigo, se observa que existe similitud estadística entre los abonos orgánicos, diferenciándose numéricamente entre ellos, donde el abono orgánico Fulvex tuvo mayor respuesta en rendimiento con  $5.36 \text{ kg/m}^2$  (53 567.8 kg/ha), seguido de Goisolet con  $5.05 \text{ kg/m}^2$  (50 533.3 kg/ha), Crema de algas con  $4.31 \text{ kg/m}^2$  (43 194.4 kg/ha), siendo los abonos orgánicos superiores estadísticamente al testigo que tuvo menor rendimiento con  $3.45 \text{ kg/m}^2$  (34 500.6 kg/ha).

**Tabla 8.** Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) para abonos orgánicos sobre rendimiento del cultivo.

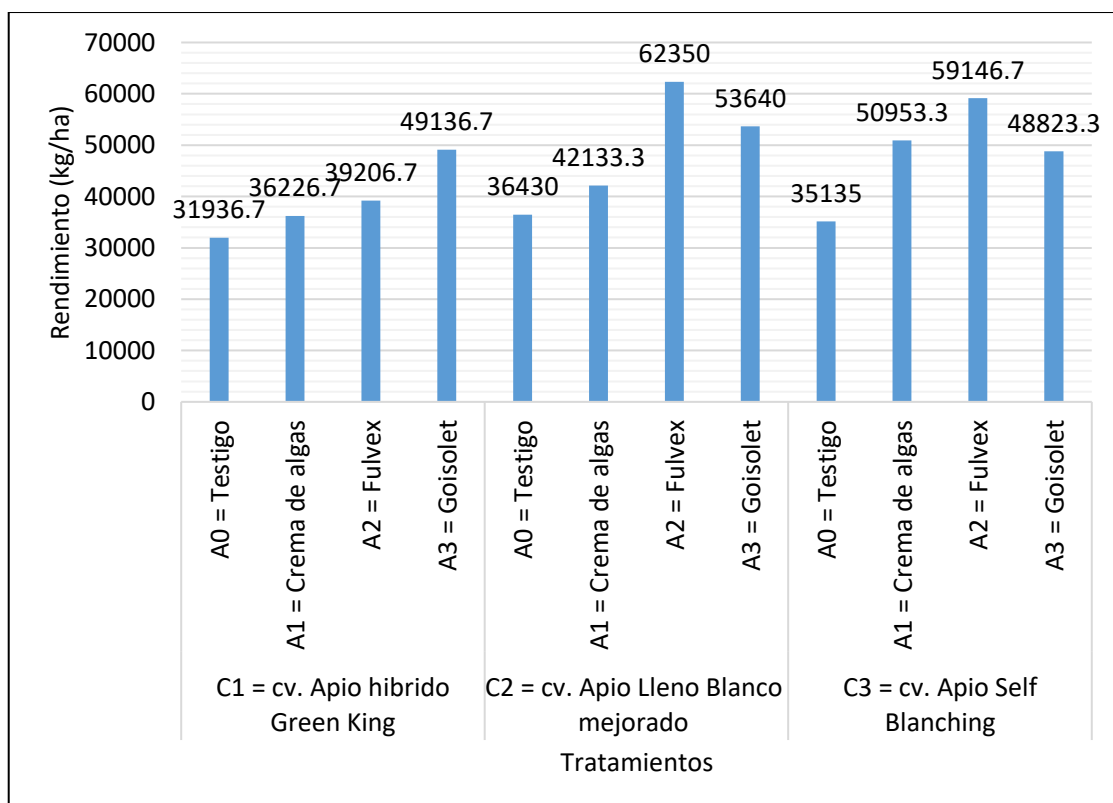
Orden de mérito	Cultivares de apio	Promedio de rendimiento ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )	Promedio de rendimiento ( $\text{kg}/\text{ha}$ )	Sig. $P \leq 0.05$
1	A2 = Fulvex	5.36	53 567.8	a
2	A3 = Goisolet	5.05	50 533.3	a
3	A1 = Crema de algas	4.31	43 194.4	a
4	A0 = Testigo (sin abono foliar orgánico)	3.45	34 500.6	b



**Figura 9.** Rendimiento por parcela por efecto de los abonos orgánicos.

Los resultados obtenidos son superiores al reporte de Huaynacho (2015), quien en su investigación al aplicar estiércol de lombriz y ovino en la producción de Apio en invernadero”, con la aplicación de estiércol de lombriz bajo la dosis de 10 t/ha tuvo 38 595.56 kg/ha, la dosis de 5 t/ha tuvo 36 711.11 kg/ha y al testigo con 25 742.22 kg/ha; de igual forma son superiores a estiércol de ovino bajo la dosis de 10 t/ha obtuvo con 40 248.89 kg/ha, la dosis de 5 t/ha con 33 155.56 kg/ha y al testigo con 27 644.44 kg/ha. Estas diferencias se deben al efecto de los abonos orgánicos por su composición química, el cual ha influido en el desarrollo y rendimiento del cultivo.

Al no haber significancia estadística en la interacción se ha realizado un gráfico (Figura 10) con el fin de observar las diferencias numéricas entre los tratamientos, en donde se observa que en el cultivar apio híbrido Green King tuvo la mayor altura de planta con el abono orgánico Goisolet con 49136.7 kg/ha; en el cultivar apio Llano Blanco Mejorado de igual forma, se tuvo mayor rendimiento con el abono orgánico Fulvex con 62 350 kg/ha; y en el cultivar apio Self Blanching también con la aplicación de Fulvex se tuvo 59 146.7 kg/ha. También se observa que el testigo en todos los cultivares tuvo menor rendimiento, lo que demuestra el efecto de los abonos orgánicos en el desarrollo del cultivo de apio.



**Figura 10.** Número de hojas basales por cultivares de apio y abonos orgánicos.

Machaca (2007), quien al estudiar diferentes niveles de estiércol de ovino, tuvo diferencias en rendimiento, la dosis de 3.8 kg/m<sup>2</sup> tuvo 3.66 kg/m<sup>2</sup> y la menor dosis de



0.95 kg/m<sup>2</sup> tuvo 1.75 kg/m<sup>2</sup>; estas diferencias se deben a fertilidad de los abonos orgánicos, que influyeron sin duda en el rendimiento.

De igual forma son diferentes a lo obtenido por Sánchez (2017), quien al aplicar 15 l/ha del biofertilizante Humega tuvo mayor rendimiento en 98.09 t/ha mientras que el testigo (sin aplicación) logra 72.38 t/ha, las diferencias se deben al efecto nutricional que tuvo el biofertilizante humega, además de la variedad de apio en cultivo. Pero se corrobora que la aplicación de abonos orgánicos incrementa el rendimiento al comparar con el testigo.

Por su parte Torres (2012), quien al aplicar tres abonaduras orgánicas en el cultivo de apio (*Apium graveolens*) en la zona de la Libertad Cantón Espejo, Provincia del Carchi”, indica que los tratamientos con aplicaciones de abonaduras orgánicas (compost, humus y bokashi), demostraron rendimientos bastantes significativos con relación al tratamiento testigo (sin abonadura). Con lo cual se demuestra que al aplicar abonos orgánicos se tiene mejores rendimientos del cultivo, al comparar con el testigo que no tuvo aplicación alguna.

Amores (2015), manifiesta que la aplicación de Vermicompost influyó en el peso por planta a los 60 días con 68.70 g en condiciones de campo, mientras que el testigo tuvo 27.88 g; mientras que Zaráuz, (2013), indica que se obtiene mayores rendimientos con el tratamiento humus de lombriz con 1806.50 g/planta superando al testigo. Estos resultados también confirman el efecto en el desarrollo del cultivo de apio cuando se aplican abonos orgánicos.

Rupay (2017), reporta que al aplicar sustratos y microorganismos eficaces (EM), obtuvo que el tratamiento T5 (estiércol de vacuno + EMa) con 39.598 tn/ha; tratamiento T4 (estiércol de ovino + EMa) con 37.089; tratamiento T1 (estiércol de ovino) con 35.172



tn/ha; tratamiento T6 (estiércol de cuy + EMa) con 30.924 tn/ha; tratamiento T3 (estiércol de cuy) con 28.882 tn/ha; tratamiento T2 (estiércol de vacuno) con 25.929 tn/ha y T0 (testigo) con 17.585 tn/ha siendo el más bajo; lo cual se confirma que los abonos orgánicos influyen en el mayor rendimiento a comparación del testigo, además los resultados son diferentes por las dosis de aplicación al cultivo.

Enríquez (2015), al aplicar bioestimulantes indica que el tratamiento con el rendimiento promedio más elevado fue el la variedad Triumph más humus a 12 Tm/ha con 85.084 Kg/ha; y la variedad Premio (Bejo) más gallinaza 12 Tm/ha con 80.304 Kg/ha; los resultados son diferentes a lo obtenido por la dosis de aplicación, contenido de nutrientes, variedades de apio, y las condiciones como se llevó el experimento.





## V. CONCLUSIONES

Las conclusiones obtenidas en los cultivares de apio a la aplicación de abonos foliares orgánicos en condiciones de invernadero, fueron:

En altura de planta, no hubo diferencias estadísticas entre los cultivares, se diferenciaron numéricamente, donde el cultivar Apio Lleno Blanco Mejorado tuvo mayor altura de planta con 57.33 cm, cultivar Apio híbrido Green King con 54.50 cm y cultivar de apio Self Blanching con 53.83 cm. En los abonos orgánicos, no hubo diferencias estadísticas a excepción del testigo, diferenciándose numéricamente donde Fulvex tuvo mejor respuesta con 63.37 cm, Goisolet con 58.04 cm y Crema de algas con 56.74 cm, siendo los abonos estadísticamente fueron superiores al testigo con 42.72 cm.

En número de hojas basales no hubo diferencias estadísticas entre los cultivares de apio, diferenciándose numéricamente, donde el cultivar Apio Lleno Blanco Mejorado tuvo mayor respuesta con 28.24 hojas basales, cultivar Apio Self Blanching con 28.24 hojas basales y el cultivar de apio híbrido Green King con 26.43 hojas basales. En abonos orgánicos no hubo diferencias estadísticas a excepción del testigo, diferenciándose numéricamente, donde Fulvex tuvo 32.39 hojas basales, seguido de crema de algas con 30.90, Goisolet con 30.00, siendo los abonos orgánicos estadísticamente fueron superiores al testigo con 22.57 hojas basales.

En rendimiento de cultivares de apio no hubo diferencias estadísticas entre los cultivares de apio, diferenciándose numéricamente, donde el cultivar Apio Lleno Blanco Mejorado tuvo 4.85 kg/m<sup>2</sup> (48 638.3 kg/ha), cultivar Apio Self Blanching con 4.85 kg/m<sup>2</sup> (48 514.6 kg/ha) y el cultivar de apio híbrido Green King con 3.91 kg/m<sup>2</sup> (39 126.7 kg/ha). En abonos orgánicos, no hubo diferencias estadísticas a excepción del testigo,



diferenciándose numéricamente, donde el abono orgánico Fulvex tuvo mejor rendimiento con  $5.36 \text{ kg/m}^2$  (53 567.8 kg/ha), seguido de Goisolet con  $5.05 \text{ kg/m}^2$  (50 533.3 kg/ha), Crema de algas con  $4.31 \text{ kg/m}^2$  (43 194.4 kg/ha), siendo los abonos estadísticamente superiores al testigo con  $3.45 \text{ kg/m}^2$  (34 500.6 kg/ha).



## VI. RECOMENDACIONES

Por los resultados obtenidos bajo las condiciones de invernadero se recomienda el cultivo de los tres cultivares de apio, con la aplicación del abono orgánico Fulvex para el cultivo de Apio en condiciones de invernadero.

Realizar estudios de validación del cultivo de apio a nivel de campo utilizando el abono orgánico Fulvex con diferentes dosis de aplicación, con la finalidad de estimar rendimientos y costos de aplicación.

Se recomienda realizar estudios de compatibilidad entre diferentes abonos orgánicos, para fines de encontrar antagonismo o sinergismo entre ellos, validando los resultados mediante pruebas de experimentación en cultivos a nivel de campo e invernadero en diferentes cultivos hortícolas.

Se recomienda preparar el almacigo con buen sustrato, ya que en una primera experiencia no se tuvo éxito en germinación, por lo que es necesario realizar estudios de germinación con diversos sustratos en el cultivo de apio.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALABAMA (2016). *Fulvex*. Bioflora. Tríptico informativo. Lima, Perú.
- ALABAMA (2016). *GoIsolate*. Bioflora. Tríptico informativo. Lima, Perú.
- ALABAMA (2016). *Seaweed Creme*. Bioflora. Tríptico informativo. Lima, Perú.
- AGROTECRL (2017). *Ficha técnica de los cultivares de apio*. Juliaca, Perú.
- Alexander, M. (1980). *Conservación y Manejo Ecológico de los suelos*. Segunda Edición, AGT Editor SA., México, Pág. 115 – 116.
- Belleti, Sedano. (1990), en: V. Bianco, F. Pimpini (ed.). *Horticultura patrón*. Editore, Bologna, Italia, 192-201.
- Buckman, H. y Brady, N. (1993). *Naturaleza y propiedades de los suelos*. Editorial Limusa, S.A. México. 590 p.
- Casseres, E. (1994). *Producción de hortalizas*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), San José - Costa Rica. pp. 20-25.
- CEDAF (Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal). (1999). *Cultivo de lechuga y apio*. Serie cultivos. Guía técnica N° 34. 1ra edición. Santo Domingo, República dominicana. 39 p.
- CEDEFOA. (2002). *Carpas Solares. Técnicas de Construcción y Técnicas de producción de hortalizas*. La Paz – Bolivia. pp. 3-18.
- Cruz, M. (2002). *Elaboración de EM BOKASHI y su Evaluación en el Cultivo de Maíz (Zea mays L.), Bajo Riego en Bramaderos*. Tesis Ing. Agr. Loja, Ec., Universidad Nacional de Loja, Facultad de Ciencias Agrícolas. 80 p.
- CLADES. (2000). *Agro ecología desarrollo rural*. 2da. ed. Lima Perú. Pp. 43 - 81.
- Estrada, J. (2003). *Aplicación fraccionada de nitrógeno y análisis de crecimiento en dos variedades de espinaca*. Tesis de Grado. UMSA Facultad de Agronomía.



- FAO. (1990). *Seminario nacional sobre fertilidad de suelos y uso de fertilizantes en Bolivia*. Santa Cruz, Bolivia.
- FAO. (2005). *Agricultura orgánica*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y el Reino de Bélgica.
- Flores, J. (1999). *Carpas solares, técnicas de construcción*. Editorial Huellas. La Paz – Bolivia. pp. 10-28.
- Fraume, N.J. (2006). *Diccionario ambiental*. Eco ediciones. Editorial Kimpres Ltda. 1ra edic. Colombia, 90 p.
- Guzmán, M. (1993). *Construcción y manejo de invernaderos*, Memorias. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia. pp. 3-7.
- Hartmam, F. (1990). *Invernaderos y ambientes atemperados*. FADES. La Paz – Bolivia. pp. 30,38-90.
- Huaynacho, G.W. (2015). *Estiércol de lombriz y ovino en la producción de Apio (*Apium graveolens L.*) en invernadero – Puno*. Tesis de Pre grado. Facultad de ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 89 p.
- Ibañez, V. (2009). *Métodos estadísticos*. 1ra edición. Editorial Universitaria. 582 p.
- INIA. (2009). *Cultivo de Hortalizas experiencias exitosas*. Foro Concertación para el Desarrollo Agrario del Valle Chillón, 23 y 24 de mayo 2009.. Lima, Perú. 93 diapositivas.
- Kadam, S. y Salunkhe, D. (2004). *Apio y otras hortalizas para ensaladas*. En tratado de ciencias y tecnología de las hortalizas. pp. 535-602.
- Lampkin, N. (1998). *Agricultura ecológica, una agricultura con futuro*. Ediciones Mundi Prensa Madrid España p. 5 a 7 de 109 a 117.



- Marzocca, A. (1996). *Manual de malezas*. 3a ed. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 115 p.
- MINAGRI. (2015). *Producción hortofrutícola 2013*. Páginas internas Impresiones-Servicios Generales-UL-OA Ministerio de Agricultura y Riego. Lima, Perú, 204 p.
- Maroto, J. V. (1990). *Elementos de Horticultura General*. 1a edición Editorial MUNDI PRENSA. MADRID, España, 568p.
- Maroto, J.V. (1989). *Horticultura Herbácea Especial*. Tercera Edición Ed. Mundi - Prensa. 566p.
- Marulanda, C. (2003). *Hidroponía Familiar*. Editorial Optigraf. Armenia-Colombia.
- MINAM. (2012). *Glosario de Términos para la Formulación de Proyectos Ambientales*. Lima, Perú. 118 p.
- Resh, H. (1987). *Cultivos Hidropónicos*. Segunda Edición. Editorial ICTHUS. Madrid, España. pp. 238-296.
- Rubatzki, V.E., M. Yamaguchi. (1997). *World vegetables*. Principals, production, and nutritive values. Second Edition, Champman and Hall, New Cork, U. S. A. 843p.
- SAG (Servicio Agrícola y Ganadero). (2013). *Desarrollo de un Estudio para un Protocolo de Agricultura Sustentable*. Publicación de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias del Ministerio de Agricultura, Santiago de Chile. 130 p.
- Samayoa, A. (1991). *Determinación del período crítico del período de interferencia de las malezas en el cultivo del apio (*Apium graveolens* L) en el municipio de San Lucas Sacatepéquez, Guatemala*. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 90 p.
- Sarmiento, F. (2005). *Diccionario de ecología*. Quito, Ecuador. 362 p.



- Vásquez, V. (1990). *Experimentación agrícola*. Amaru editores. Lima, Perú.
- Valdez. A. (1995). *Abonos, insecticidas y fungicidas orgánicos*. 1ra. Edición. La Paz – Bolivia. pp. 13 – 26.
- Vigliola, M. (1992). *Manual de horticultura*. Editorial, Hemisferio Sur. Buenos Aires – Argentina. pp. 81-89.
- Zarauz, J. (2013). *Comportamiento agronómico de cuatro hortalizas de hoja con tres abonos orgánicos en la hacienda Tecnilandia - Quevedo*. Tesis de grado. Unidad de Estudios a Distancia, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo: s.n., 2013. págs. 50-62.

### Web grafía

- Aguado, G. A. (2012). *Introducción al uso y manejo de los biofertilizantes en la agricultura*. INIFAP. Laboratorio de Biotecnología y Fisiología Molecular de plantas y microorganismos, Campo Experimental Bajío CIRCE-INIFAP Celaya, Guanajuato, México. 315 p. Consultado el 10 de mayo del 2017; Hora: 13:25 pm. Recuperado de web:  
[https://www.google.ca/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=11&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiA7bj2oLHfAhXitlkKHY\\_qAAw4ChAWMA B6BAgKEAI&url=http%3A%2F%2Fwww.inifap.gob.mx%2Fcirce%2FDocuments%2Fpubligto%2Flibrobio.pdf&usg=AOvVaw2x08CrAJkvKqKkKukd1lnT](https://www.google.ca/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=11&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiA7bj2oLHfAhXitlkKHY_qAAw4ChAWMA B6BAgKEAI&url=http%3A%2F%2Fwww.inifap.gob.mx%2Fcirce%2FDocuments%2Fpubligto%2Flibrobio.pdf&usg=AOvVaw2x08CrAJkvKqKkKukd1lnT)
- Amores, A.G. (2015). *Comportamiento agronómico de las hortalizas de hoja cilantro (*Coriandrum sativum*) y Apio (*Apium graveolens*) con dos fertilizantes orgánicos en el centro experimental “La Playita” UTC 2013*. Tesis Pre grado. Universidad Técnica De Cotopaxi, Unidad Académica De Ciencias



Agropecuarias Y Recursos Naturales, Carrera Ingeniería Agronómica. La Mana, Cotopaxi. Consultado el 10 de mayo del 2017; Hora: 14:12 pm.  
Recuperado de web:

<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3517/1/T-UTC-00794.pdf>

Carrillo, C. (2002) *Evaluación de tres densidades y dos arreglos espaciales en producción orgánica hidropónica de apio (*Apium graveolens* L.)*. Doctorado en Ingenierías thesis, Universidad de El Salvador. Consultado el 15 de mayo del 2017; Hora: 15:15 pm. Recuperado de web: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/1560>

Enríquez, P. (2015). *Evaluación agronómica y productiva de dos variedades de apio (*Apium graveolens*) con tres tipos de abono orgánico en la parroquia de Pifo, provincia de Pichincha*. Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela de Ingeniería Agronómica. Consultado el 15 de mayo del 2017; Hora: 16:05 pm. Recuperado de web: <https://docplayer.es/84508010-Universidad - estatal-de-bolivar-facultad-de-ciencias-agropecuarias-recursos-naturales-y-del-ambiente-escuela-de-ingenieria-agronomica.html>

Guamán, J.M. (2011). *Evaluación agronómica del cultivo de apio (*Apium graveolens* L.) a la aplicación foliar de tres bioestimulantes en tres dosis, en Tumbaco Provincia Pichincha*. Tesis de pre grado. Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela de Ingeniería Agronómica. Consultado el 20 de Octubre del 2018; Hora: 18:22 pm. Recuperado de web: <https://docplayer.es/5409102-Universidad - estatal - de - bolívar - facultad-de-ciencias - agropecuarias - recursos - naturales - y - del - ambiente-escuela-de-ingenieria-agronomica.html>





- Machaca, F.M. (2017). *Efecto de niveles de estiércol de ovino en el rendimiento de variedades de apio (*Apium graveolens* L.), bajo ambiente protegido en el municipio de El Alto*. Tesis de Pregrado. Carrera de Ingeniería Agronómica, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 106 p. Consultado el 20 de Octubre del 2018; Hora: 18:40 pm. Recuperado de web: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5116/T-1157.pdf?sequence=1>
- Molina, J. (2011). *La Materia Orgánica del Suelo*. (En línea). Consultado: 5 de julio del 2017; Hora: 18:50 pm. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos87/materia-organica-del-suelo/materia-organica-del-suelo.shtml>
- Peña, P. (2006). *Glosario de términos agropecuarios, económicos y sociales*. Recuperado de web: <https://docplayer.es/21297141-Glosario-de-terminos-agropecuarios-1-economicos-y-sociales-2.html>
- Restrepo, J. (2002). *Abonos Orgánicos, Fermentados Tipo Bokashi Caldos Minerales y Biofertilizantes*. (En línea). Consultado el 20 de julio del 2018; Hora: 19:14 pm. Disponible en: [http://www.iica.int/Esp/regiones/andina/colombia/pfg/Documents/Bibliografia/agricolas-forestales/Agricultura\\_OrganicaCartillaAbonos\\_biofertilizante\\_y\\_caldos.pdf](http://www.iica.int/Esp/regiones/andina/colombia/pfg/Documents/Bibliografia/agricolas-forestales/Agricultura_OrganicaCartillaAbonos_biofertilizante_y_caldos.pdf)
- Rupay, E.J. (2017). Efecto de tres sustratos orgánicos y microorganismos eficaces (EM) en el rendimiento del cultivo de apio (*Apium graveolens* var. dulce) en el Distrito y provincia de Carhuaz. Universidad Nacional “Santiago Antunez de Mayolo” Facultad de Ciencias Agrarias Escuela Académico-Profesional De



Agronomía. Huaraz, Perú. Consultado el 22 de Octubre del 2018; Hora: 17:33 pm. Recuperado de web:

[http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/1994/T033\\_43528002\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/1994/T033_43528002_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

SAG (Servicio Agrícola y Ganadero). 2013. *Agricultura orgánica. Bases técnicas y situación actual. Chile*. 157 p. Consultado el 22 de Octubre del 2018; Hora: 15:18 pm. Recuperado de web:

[http://www.sag.cl/sites/default/files/agricultura\\_org.\\_nacional\\_bases\\_tecnicas\\_y\\_situacion\\_actual\\_2013.pdf](http://www.sag.cl/sites/default/files/agricultura_org._nacional_bases_tecnicas_y_situacion_actual_2013.pdf)

Sanchez, J.F. (2017). *Efecto de aplicación del biofertilizante humega en tres diferentes dosis en la producción del apio (*Apium graveolens* L. var. Bonanza), en condiciones del valle de santa catalina*. Tesis de Pregrado. Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma, Facultad De Ciencias Agrarias, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú. 76 p. Consultado el 22 de Octubre del 2018; Hora: 18:10 pm. Recuperado de web:

[http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/3065/1/RE\\_ING.AGRON\\_JONATAN.SANCHEZ\\_APLICACION.DE.BIOFERTILIZANTE\\_DATOS.pdf](http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/3065/1/RE_ING.AGRON_JONATAN.SANCHEZ_APLICACION.DE.BIOFERTILIZANTE_DATOS.pdf)

Sendra, N.; Tonelli, B.; Alí, S. (2011). *El cultivo del apio*. Cátedra Horticultura. Universidad Nacional de Entre Rios. Argentina. 14 p. Consultado el 08 de mayo del 2017; Hora: 18:35 pm. Disponible en URL:

<http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/3353/apio%20Open.pdf>

Surec, S.H. (2017). *Evaluación de tres densidades de siembra en la producción de apio, (*Apium graveolens* L.), en la aldea Chirijuyú, Tecpán, Chimaltenango,*



*Guatemala, C.A.* tesis de Pre grado. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales, Guatemala. Consultado el 25 de Octubre del 2018; Hora: 20:42 pm. Recuperado de web:

[http://www.repositorio.usac.edu.gt/6894/1/STEVENS%20HORACIO%20SUR  
EC%20RABINAL.pdf](http://www.repositorio.usac.edu.gt/6894/1/STEVENS%20HORACIO%20SUR%20EC%20RABINAL.pdf)

Torres, C.L. (2012). *Efecto de tres abonaduras orgánicas en el cultivo de apio (**Apium graveolens**) en la zona de la Libertad Cantón Espejo, Provincia del Carchi.*

Tesis de Pregrado Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Babahoyo. El Ángel - Carchi – Ecuador. 62 p. Consultado el 05 de mayo del 2017; Hora: 15:30 pm. Disponible en URL:

[http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/459/6/T-UTB-FACIAG-AGR-  
000074.pdf](http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/459/6/T-UTB-FACIAG-AGR-000074.pdf)

UNALM. (2000). *Hortalizas. Datos básicos.* Departamento de Hortalizas. Departamento de Hortalizas. Lima, Perú. pp:12-14. Consultado el 07 de mayo del 2017; Hora: 16:15 pm. Disponible en URL:

[http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/Publicaciones/Datos%20b%C3%A1si  
cos/3-p1%20a%20p14%20\(de%20acelga%20a%20apio\).pdf](http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/Publicaciones/Datos%20b%C3%A1sicos/3-p1%20a%20p14%20(de%20acelga%20a%20apio).pdf)

## ANEXOS

### Anexo 1. Datos evaluados del experimento.

**Tabla 9.** Promedios de crecimiento en altura de planta (cm)

Rep	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
	C1				C2				C3			
	A0	A1	A2	A3	A0	A1	A2	A3	A0	A1	A2	A3
1	33.1	56.9	57.7	45.0	41.3	50.0	58.3	56.7	31.7	51.0	59.6	39.3
2	47.2	57.0	62.9	67.8	69.0	50.6	58.9	62.6	35.3	68.0	57.2	60.0
3	46.9	48.5	64.9	66.1	31.9	62.6	80.0	66.0	48.1	66.1	70.8	58.9
Total	127.2	162.4	185.5	178.9	142.2	163.2	197.2	185.3	115.1	185.1	187.6	158.2
Prom	42.40	54.13	61.82	59.63	47.40	54.41	65.74	61.77	38.38	61.70	62.53	52.72
Prom. C	54.5				57.3				53.8			
Prom. A	42.7				56.7				63.4			

**Tabla 10.** Promedios de número de hojas basales de apio (N°)

Rep	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
	C1				C2				C3			
	A0	A1	A2	A3	A0	A1	A2	A3	A0	A1	A2	A3
1	32.6	29.3	33.1	18.6	20.3	31.9	42.9	36.4	19.2	26.9	33.6	27.2
2	19.7	38.7	20.9	31.6	30.9	40.3	39.6	44.3	24.5	40.1	35.1	33.4
3	16.9	20.7	31.6	23.5	17.5	25.6	28.0	28.9	21.5	24.6	26.7	26.1
Total	69.1	88.7	85.6	73.7	68.7	97.7	110.5	109.7	65.2	91.6	95.5	86.7
Prom	23.04	29.56	28.53	24.58	22.91	32.58	36.84	36.56	21.73	30.53	31.82	28.89
Prom. C	26.4				32.2				28.2			
Prom. A	22.6				30.9				32.4			

**Tabla 11.** Promedios de peso de plantas de apio (g/planta)

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Rep.	C1				C2				C3			
	A0	A1	A2	A3	A0	A1	A2	A3	A0	A1	A2	A3
1	204.5	144.2	192.0	223.3	160.4	250.7	335.0	251.6	128.1	287.7	294.3	274.7
2	297.3	337.2	343.3	377.9	326.4	264.1	403.4	419.9	286.8	337.9	448.7	358.8
3	136.9	243.1	248.9	381.5	241.8	327.9	508.6	401.3	287.8	393.5	439.9	342.9
Total	638.7	724.5	784.1	982.7	728.6	842.7	1247.0	1072.8	702.7	1019.1	1182.9	976.5
Prom	212.9	241.5	261.4	327.6	242.9	280.9	415.7	357.6	234.2	339.7	394.3	325.5
Prom. C	260.8				324.3				323.4			
Prom. A	230.0			287.4			357.1			336.9		

**Tabla 12.** Promedios de peso de plantas de apio (kg/m<sup>2</sup>)

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Rep	V1				V2				V3			
	A0	A1	A2	A3	A0	A1	A2	A3	A0	A1	A2	A3
1	3.07	2.16	2.88	3.35	2.41	3.76	5.03	3.77	1.92	4.32	4.41	4.12
2	4.46	5.06	5.15	5.67	4.90	3.96	6.05	6.30	4.30	5.07	6.73	5.38
3	2.05	3.65	3.73	5.72	3.63	4.92	7.63	6.02	4.32	5.90	6.60	5.14
Total	9.58	10.87	11.76	14.74	10.93	12.64	18.71	16.09	10.54	15.29	17.74	14.65
Prom	3.19	3.62	3.92	4.91	3.64	4.21	6.24	5.36	3.51	5.10	5.91	4.88
Prom. C	3.91				4.86				4.85			
Prom. A	3.45			4.31			5.36			5.05		



**Tabla 13.** Promedios de peso de plantas de apio (kg/ha)

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	
Rep	C1			C2				C3					
	A0	A1	A2	A3	A0	A1	A2	A3	A0	A1	A2	A3	
1	30680.0	21630.0	28800.0	33490.0	24060.0	37610.0	50250.0	37740.0	19215.0	43160.0	44140.0	41210.0	
2	44590.0	50580.0	51490.0	56690.0	48960.0	39610.0	60510.0	62990.0	43020.0	50680.0	67310.0	53820.0	
3	20540.0	36470.0	37330.0	57230.0	36270.0	49180.0	76290.0	60190.0	43170.0	59020.0	65990.0	51440.0	
Total	95810.0	08680.0	117620.0	147410.0	109290.0	126400.0	187050.0	160920.0	105405.0	152860.0	177440.0	146470.0	
Prom	31936.7	36226.7	39206.7	49136.7	36430.0	42133.3	62350.0	53640.0	35135.0	50953.3	59146.7	48823.3	
Prom. C		39126.7				48638.3					48514.6		
Prom. A		34500.6			43104.4			53567.8			50533.3		

## Anexo 2. Panel fotográfico



**Figura 11.** Preparación de almácigo y sembrío de semillas de apio



**Figura 12.** Que representa la emergencia de plántulas de apio



**Figura 13.** Que representa la limpieza del área del terreno dentro de invernadero



**Figura 14.** Terreno preparado y nivelado para la siembra.





**Figura 15.** Foto que muestra el crecimiento y desarrollo del cultivo de apio



**Figura 16.** Foto de la aplicación foliar de abonos foliares orgánicos por tratamiento a los 30 días.



**Figura 17.** Aplicación foliar de abonos foliares orgánicos a los 60 días por tratamiento



**Figura 18.** Riego del cultivo del apio dentro de invernadero



**Figura 19.** Desarrollo del cultivo de apio dentro de invernadero



**Figura 20.** Medición de altura de planta con cinta métrica



**Figura 21.** Cosecha de apios por tratamiento



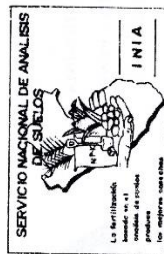
**Figura 22.** Cosecha de apio del tratamiento T7 y T11



**Figura 23.** Plantas de apio cosechadas listas para pesado.



**Figura 24.** Pesado de plantas de apio en la cosecha.



MINISTERIO DE AGRICULTURA  
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA-INIA  
LABORATORIO DE ANALISIS  
ESTACION EXPERIMENTAL: AGRARIA ILLPA - PUNO  
ANEXO SALCEDO  
Of. Principal: Av. La Molina 1981 - La Molina Lima



**ANALISIS DE FERTILIDAD**

Nombre: Karla Casas Romero.  
Fecha de Recepción: 25 de Septiembre del 2018. Fecha de Certificación: 28 de Septiembre del 2018.  
Proyecto:

Cod. Lab.	COD. USUARIO	ANALISIS			MECANICO		N %	P (ppm)	K (ppm)	Suelo: Agua 1:2.5		M.O. %	Al (meq/100 gr)	CO <sub>2</sub> Ca %
		Arena %	Arcilla %	Limo %	Textura	pH				C.E. mmhos/cm				
306N2	Camacani CIP	59	7	34	FA	0.08	10.10	1837.60	6.59	1.64	2.04	0.00	0.00	

Referencias: Methods of analysis for soils, plants and waters. University of California, Division of Agricultural Sciences E.U.A. Sexta reimpression, Octubre 1988, 195p.  
Conclusiones: La muestra analizada de SUELO CUMPLE con los requisitos de documentos referenciales.  
Nota: Cualquier corrección y/o emendadura anula al presente documento. T= TRAZAS  
Observaciones: (El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo).

Los resultados son aplicables a estas muestras.



Av. La Molina 1981, La Molina  
T: (051) 240 2100 anexo 214  
www.inia.gob.pe  
www.mmagri.gob.pe

Figura 25. Certificado de análisis de suelo



MINISTERIO DE AGRICULTURA  
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA-INIA  
LABORATORIO DE ANALISIS  
ESTACION EXPERIMENTAL: AGRARIA ILLPA - PUNO  
ANEXO SALCEDO  
Of. Principal: Av La Molina 1981 - La Molina Lima



MÉTODOS SEGUIDOS EN EL ANÁLISIS DE SUELOS

1. Textura: %de arena, limo y arcilla; método del hidrómetro
2. Salinidad: medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1 ó en el extracto de pasta de saturación(es).
3. pH: medida en el potenciómetro de la suspensión suelo: agua relación 1:1 ó en suspensión suelo: KCl N, relación 1:2.5.
4. Calcio total (CaCO<sub>3</sub>): método gaso-volumétrico utilizando un calcimetro.
5. Materia orgánica: método Walkley y Black, oxidación del carbono orgánico con dicromato de potasio.
6. Nitrogeno total: método del micro-Kjeldahl.
7. Fósforo disponible: método del Olsen modificado, extracción con NaHCO<sub>3</sub>-0.5M, pH 8.5, Bray I, Bray II.
8. Potasio disponible: extracción con acetato de amonio (CH<sub>3</sub>-COONH<sub>4</sub>) N, pH 7.0.
9. Capacidad de intercambio catiónico (CIC): saturación con acetato de amonio (CH<sub>3</sub>-COOCH<sub>3</sub>) N; pH Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>; cambiables; reemplazamiento con acetato de amonio (CH<sub>3</sub>-COONH<sub>4</sub>) N; pH 7,0 cui; fotorometría de llama y/o absorción atómica Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>; Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> EDTA.
11. Al<sup>3+</sup>-Hr: método de Yuan. Extracción con KCl N.
12. Iones solubles: Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> EDTA; Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> fotorometría de llama y/o absorción atómica, Cl, CO<sub>3</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> volumetría y colorimetría, SO<sub>4</sub> Turbidimetría con cloruro de bario.
13. Boro soluble: extracción con agua, cuantificación con curcumina.
14. Yeso soluble: solubilización con agua y precipitación con acetona.

TABLA DE INTERPRETACION

Salinidad Clasificación	CE(es)	Clasificación	Nitrogeno %	Materia Orgánica %	Fósforo Disponible ppm P	Potasio Disponible ppm K	Relaciones Catiónicas	
							Clasificación	Ca/Mg
Muy ligeramente salino	<2	Bajo	0 - 0.1	<2.0	<7.0	<100	Normal	0,2-0,3
Ligeramente salino	2 a 4	Medio	0.1 - 0.2	2 a 4	7,0 a 14	100-240	Deficiente Mg	>0,5
Moderadamente salino	4 a 8	Alto	>0,2	>4,0	>14	>240	Deficiente K	>0,2
Fuertemente salino	>8						Deficiente Mg	>10

Reacción o pH Clasificación	pH	Clases Texturales				Distribución de Cationes
		A	FA	Fr	FL	
Fuertemente ácido	<5,5	Arena	Arena franca	Franco arenoso	Franco arcilloso	Ca <sup>2+</sup> 60-75
Moderadamente ácido	5,6-6,0	AF	Franco arenoso	Franco arcilloso	Fr	Mg <sup>2+</sup> 15-20
Ligeramente ácido	6,1-6,5	FA	Franco arenoso	Franco arcilloso	FrL	K <sup>+</sup> 3 a 7
Neutro	7,0	Fr	Franco limoso	Limoso	FrL	Na <sup>+</sup> <15
Ligeramente alcalino	7,1-7,8	FL	Franco limoso	Limoso	FL	
Moderadamente alcalino	7,9-8,4	L	Limoso	Limoso	L	
Fuertemente alcalino	>8,5				Ar	

Av. La Molina 1981, La Molina  
T: (051) 240 2100 anexo 214  
www.inia.gob.pe  
www.initagri.gob.pe

ESTACION EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO  
Ing° JORGE CANHUA ROJAS  
Jefe Laboratorio Analisis  
SALCEDO

Figura 26. Tabla de interpretación de resultados para análisis de suelo