

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**EFEECTO DE ABONOS ORGANICOS EN EL RENDIMIENTO DE**

**CEBOLLA (*Allium cepa* L.) EN EL DISTRITO DE ILAVE - EL**

**COLLAO - PUNO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

ULISES KIMPER LIMA ENCINAS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL**

**PUNO – PERÚ**

**2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**EFFECTO DE ABONOS ORGANICOS EN EL RENDIMIENTO DE CEBOLLA**

**(*Allium cepa* L.) EN EL DISTRITO DE ILAVE - EL COLLAO - PUNO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**ULISES KIMPER LIMA ENCINAS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL**

**APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:**

**PRESIDENTE** : .....  
D. Sc. Rafael VELÁSQUEZ HUALLPA

**PRIMER MIEMBRO** : .....  
Ing. Nora Virginia MAMANI ARANA

**SEGUNDO MIEMBRO** : .....  
Ing. Marió Angel SOLANO LARICO

**DIRECTOR / ASESOR** : .....  
Ing. M. Sc. Francis MIRANDA CHOQUE

**Área : Ciencias Agrícolas**

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

**FECHA DE SUSTENTACIÓN 16 DE JULIO DEL 2019.**

## DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida y bendición,  
otorgándome la oportunidad de vivir y por  
estar conmigo en cada paso que doy y  
alcanzar mis metas trazadas.

A mis padres, Serafín Lima Atencio y Dina  
Encinas Ortega, por su apoyo incondicional  
en mi formación profesional, a mi hermana  
Yanet Lima Encinas, mis animadores  
incansables a lo largo de estos días, un  
agradecimiento eterno a ellos por estar  
siempre a mi lado animándome y  
apoyándome.

A mi asesor principal el Ing. M. Sc. Francis  
Miranda Choque, quien me ha brindado su  
apoyo en todo momento en el que lo he  
requerido y por aportar parte de su valioso  
tiempo a este proyecto.

Ulises.

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, por acogerme y haberme formado Profesional en esta casa superior de estudios.

Al Mg. Sc. Ing. Francis Miranda Choque por su orientación y asesoramiento en la conducción del trabajo de investigación.

A los Docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias en especial a los de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, por guiarme y enseñarme durante los años de estudio.

A los miembros del jurado: D.Sc. Rafael Velásquez Huallpa, Ing. Nora Virginia Mamani Arana, Ing. Mario Ángel Solano Larico, por su rigurosidad, correcciones y comprensión.

A mis Padres, hermana y familiares por su apoyo incondicional durante mi vida universitaria, a ellos un agradecimiento eterno.

A mis amigos Alex, Jhon, Marco y Maribel, a ellos que fueron mi familia durante este tiempo, gracias por su apoyo, por compartir momentos de diversión y estudio, seguiremos apoyándonos.

¡MUCHAS GRACIAS A TODOS!

**INDICE GENERAL**

	<b>Pág.</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>11</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>12</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>13</b>
1.1.    Objetivo general .....	14
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>15</b>
2.1.    Origen.....	15
2.2.    Posición taxonómica de la cebolla .....	15
2.2.1.    Descripción Botánica.....	15
2.2.1.1.    Raíz.....	15
2.2.1.2.    Bulbo .....	16
2.2.1.3.    Tallo.....	16
2.2.1.4.    Hoja .....	16
2.2.1.5.    Inflorescencia.....	17
2.2.1.6.    Flor .....	17
2.2.1.7.    Fruto .....	17
2.2.1.8.    Semilla .....	17
2.2.2.    Aspecto agronómico del cultivo de cebolla.....	18
2.2.2.1.    Requerimientos climatológicos .....	18
2.2.2.2.    Preparación del suelo .....	19
2.2.2.3.    Abonamiento .....	19
2.2.2.4.    Almácigo.....	19
2.2.2.5.    Transplante .....	19
2.2.3.    Labores culturales .....	20
2.2.3.1.    Riego .....	20
2.2.3.2.    Mullido y deshierbo .....	20
2.2.3.3.    Plagas y enfermedades.....	20
2.2.3.4.    Cosecha.....	22

2.2.3.5.	Rendimiento .....	22
2.2.4.	Importancia del abonamiento.....	23
2.2.4.1.	Estiércol de vacuno .....	24
2.2.4.2.	Estiércol de ovino .....	26
2.2.4.3.	Gallinaza .....	26
2.2.4.4.	Guano de islas .....	28
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>30</b>
3.1.	Lugar de Estudio.....	30
3.1.1.	Ubicación política y geográfica .....	30
3.2.	Fecha de Ejecución.....	30
3.3.	Condiciones Meteorológicas .....	30
3.3.1.	Temperatura.....	30
3.3.2.	Precipitación pluvial .....	32
3.4.	Análisis Físico – Químico del suelo experimental .....	32
3.5.	Análisis Físico – Químico de las fuentes de abonamiento .....	33
3.6.	Material Experimental .....	34
3.6.1.	Material biológico .....	34
3.6.2.	Abonos orgánicos .....	34
3.6.3.	Equipos e instrumentos .....	35
3.7.	Métodos .....	35
3.7.1.	Variables en estudio.....	35
3.7.2.	Los Tratamientos experimentales .....	35
3.7.3.	Diseño experimental .....	36
3.8.	Características del experimento.....	37
3.9.	Conducción del experimento .....	37
3.9.1.	Preparación del terreno .....	37
3.9.2.	Labranza.....	37
3.9.3.	Rastrilleo.....	38
3.9.4.	Aplicación de abonos orgánicos .....	38

3.9.5.	Abonamiento orgánico.....	38
3.9.6.	Trasplante.....	39
3.9.7.	Labores culturales .....	39
3.9.7.1.	Escarda y deshierbo.....	39
3.9.7.2.	Cosecha.....	39
3.10.	Variables de respuesta y observaciones .....	39
3.10.1.	Variables de respuesta .....	39
3.10.2.	Observaciones .....	40
3.11.	Medición y Evaluación de variables de respuesta .....	40
3.11.1.	Prendimiento de plantines (%).....	40
3.11.2.	Altura de planta (cm/planta) .....	40
3.11.3.	Diámetro ecuatorial del bulbo (cm/planta) .....	40
3.11.4.	Diámetro apical del bulbo (cm/planta) .....	40
3.11.5.	Rendimiento de bulbo (t/ha) .....	41
3.11.6.	Porcentaje de materia seca del bulbo (%).....	41
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>42</b>
4.1.	Rendimiento de bulbos (t/ha) .....	42
4.2.	Prendimiento de Plantines .....	45
4.3.	Altura de planta .....	48
4.4.	Diámetro Ecuatorial del bulbo.....	50
4.5.	Diámetro apical .....	53
4.6.	Porcentaje de humedad y materia seca del bulbo .....	55
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>58</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>59</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>60</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>66</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Temperatura máxima, media y mínima mensual de la campaña agrícola. Diciembre del 2018 a abril del 2019.....	31
<b>Figura 2.</b> Precipitación pluvial mensual de la campaña agrícola de diciembre del 2018 a abril del 2019. ....	32
<b>Figura 3.</b> Rendimiento (t/ha), por efecto de abonos orgánicos.....	44
<b>Figura 4.</b> Prendimiento de plántulas (%), por efecto de abonos orgánicos. ....	47
<b>Figura 5.</b> Altura de la planta en la cosecha (cm), por efecto de abonos orgánicos.....	50
<b>Figura 6.</b> Diámetro ecuatorial del bulbo de cebolla por efecto de abonos orgánicos....	52
<b>Figura 7.</b> Diámetro apical (cm/planta), por efecto de abonos orgánicos.....	55
<b>Figura 8.</b> Croquis del diseño experimental.....	66
<b>Figura 9.</b> Preparación para la pre fermentación de los abonos orgánicos, el 20 de noviembre 2018.....	67
<b>Figura 10.</b> Selección de plantines para el trasplante, el 21 de diciembre 2018.....	67
<b>Figura 11.</b> Preparación y marcado del terreno, el 22 de diciembre 2018.....	68
<b>Figura 12.</b> Aplicación de abonos orgánicos, el 22 de diciembre 2018.....	68
<b>Figura 13.</b> Trasplante de plantines de cebolla por tratamiento, el 22 de diciembre 2018 .....	69
<b>Figura 14.</b> Evaluación de prendimiento de plantines a 12 días del trasplante, el 03 de enero del 2019.....	69
<b>Figura 15.</b> Evaluación de altura de planta, el 06 de abril del 2019.....	70
<b>Figura 16.</b> Cosecha de cebolla, el 05 de mayo del 2019.....	70
<b>Figura 19.</b> Pesado de muestra de bulbo para análisis bromatológico, el 08 de mayo de 2019.....	71
<b>Figura 20.</b> Evaluación de análisis bromatológico de la materia seca, el 11 de mayo del 2019.....	71



## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Composición del estiércol de vacuno en comparación con otros estiércoles ..	26
<b>Tabla 2.</b> Composición de la gallinaza .....	27
<b>Tabla 3.</b> Composición de guano de islas.....	29
<b>Tabla 4.</b> Datos de Temperatura máxima, mínima, media mensual y precipitación pluvial mensual de diciembre del 2018 a abril 2019. ....	31
<b>Tabla 5.</b> Análisis físico químico del suelo de las parcelas experimentales .....	33
<b>Tabla 6.</b> Análisis físico - químico de los abonos orgánicos.....	33
<b>Tabla 7.</b> Tratamientos experimentales .....	36
<b>Tabla 8.</b> Análisis de varianza (ANVA).....	36
<b>Tabla 9.</b> Análisis de variancia de rendimiento de planta por efecto de abonos orgánicos .....	42
<b>Tabla 10.</b> Prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) para el rendimiento (t/ha), por efecto de abonos orgánicos. ....	43
<b>Tabla 11.</b> Análisis de variancia para prendimiento, por efecto de abonos orgánicos....	46
<b>Tabla 12.</b> Prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) para el Prendimiento de plántulas (%), por efecto de abonos orgánicos. ....	47
<b>Tabla 13.</b> Análisis de variancia de altura de planta, por efecto de abonos orgánicos....	48
<b>Tabla 14.</b> Prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) para altura de la planta en la cosecha, por efecto de abonos orgánicos.....	49
<b>Tabla 15.</b> Análisis de variancia del diámetro ecuatorial, por efecto de abonos orgánicos. ....	51
<b>Tabla 16.</b> Prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) para el diámetro ecuatorial (cm/planta), por efecto de abonos orgánicos. ....	51
<b>Tabla 17.</b> Análisis de variancia del diámetro apical, por efecto de abonos orgánicos. .	53
<b>Tabla 18.</b> Prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) para el diámetro apical (cm/planta), por efecto de abonos orgánicos.....	54
<b>Tabla 19.</b> Análisis de humedad y materia seca de muestras de cebolla cultivar Roja arequipeña.....	56

## RESUMEN

La población consumidora de alimentos, en la actualidad demanda productos agroecológicos, siendo necesario buscar alternativas de producción orgánica. El trabajo se desarrolló en el distrito de Ilave - El Collao, en la campaña agrícola 2018-2019. Siendo sus objetivos: Determinar el efecto de la aplicación de abonos orgánicos en el rendimiento de los bulbos de cebolla; Determinar el efecto de abonos orgánicos en el prendimiento de plantines y altura de la planta de cebolla y Determinar el diámetro ecuatorial y diámetro apical de bulbos de cebolla con la incorporación de abonos orgánicos. Los tratamientos fueron: T1= testigo, T2= estiércol de vacuno, T3= estiércol de ovino, T4= gallinaza y T5= guano de islas. El experimento se ha conducido con el diseño bloque completamente al azar. Los resultados indican que, para el rendimiento de bulbos, el mayor rendimiento se logró con el tratamiento T5: 1.2 t/ha de guano de islas con 10.165 t/ha; siendo superior al T1: testigo se obtuvo 6.323 t/ha. El mejor prendimiento de plántulas se obtuvo con los tratamientos T5: 1.2 t/ha guano de islas con 95.28% y T3: 2 t/ha estiércol de gallina con 94.16% y el más bajo prendimiento con el tratamiento testigo T1: 86.97%. La mayor altura de planta se presentó en el tratamiento T3: 5 t/ha estiércol de ovino con 57.75 cm, siendo superior al tratamiento T1: Testigo con 43.63cm. El mayor diámetro ecuatorial de bulbo se encontró en el tratamiento T5: 1.2 t/ha de guano de islas con 5.59 cm, siendo superior al T1: testigo con 3.94cm. El mayor diámetro apical se encontró en los tratamientos T5: 1.2 t/ha de Guano de islas con 6.37 cm, y T4: 2 t/ha de Estiércol de gallina con 5.80 cm, siendo superior al tratamiento T1: Testigo fue de 4.20 cm.

**Palabras Clave:** Abono, cebolla, crecimiento, efecto, orgánico, rendimiento.

## ABSTRACT

The food-consuming population currently demands agroecological products, and it is necessary to seek alternatives for organic production. The work was carried out in the district of Ilave - El Collao, in the 2018-2019 agricultural campaign. Its objectives being: To determine the effect of the application of organic fertilizers on the yield of onion bulbs; Determine the effect of organic fertilizers on the seedlings and height of the onion plant and Determine the equatorial diameter and apical diameter of onion bulbs with the incorporation of organic fertilizers. The treatments were: T1 = control, T2 = cattle manure, T3 = sheep manure, T4 = chicken manure and T5 = island guano. The experiment has been conducted with the completely randomized block design. The results indicate that, for the bulb yield, the highest yield was achieved with the T5 treatment: 1.2 t / ha of island guano with 10,165 t / ha; being superior to T1: control, 6,323 t / ha was obtained. The best seedling yield was obtained with treatments T5: 1.2 t / ha guano of islands with 95.28% and T3: 2 t / ha chicken manure with 94.16% and the lowest yield with the control treatment T1: 86.97%. The highest plant height was presented in treatment T3: 5 t / ha of sheep manure with 57.75 cm, being higher than treatment T1: Witness with 43.63cm. The largest equatorial diameter of the bulb was found in the T5 treatment: 1.2 t / ha of island guano with 5.59 cm, being greater than T1: control with 3.94cm. The largest apical diameter was found in treatments T5: 1.2 t / ha of Guano of islands with 6.37 cm, and T4: 2 t / ha of Chicken manure with 5.80 cm, being superior to treatment T1: Witness was 4.20 cm.

**Keywords:** Fertilizer, onion, growth, effect, organic, yield

## I. INTRODUCCIÓN

La cebolla (*Allium cepa* L.) es una de las hortalizas alimenticias más importantes en muchos países a nivel mundial, es consumida por su valor nutritivo y su fácil empleo en la preparación de diferentes tipos de comidas. Asimismo, dada sus propiedades medicinales de los bulbos, es considerada como un alimento funcional. Los nutricionistas recomiendan su consumo en la dieta alimenticia del hombre. La producción de cebollas en el Perú se orienta principalmente a cubrir el mercado interno, siendo la cebolla roja la principal variedad producida para el consumo masivo de la población (López, 2013). La Cebolla es un producto agroexportable que se debe de dar mayor impulso tecnológico y productivo, sobre todo mejorar la calidad del producto. (Vila 2017)

Entre los cultivos hortícolas familiares más importantes en la región de Puno, se encuentra la cebolla, hortaliza exótica, que se ha adaptado a las condiciones agroecológicas de puno; por lo que, el cultivo se ha extendido en la zona circunlacustre, principalmente en el sector de Ichu, constituyéndose en un cultivo de importancia socioeconómica entre los pobladores de dicha zona. Según estadísticas de la DRA (2014), la producción de la cebolla fue de 33,436 kilogramos por hectárea, para el cultivar de cebolla Roja arequipeña.

La producción orgánica de hortalizas a nivel mundial viene creciendo de forma constante en los últimos años; el Perú no es la excepción, el uso de abonos orgánicos está en aumento, donde los productores orgánicos y convencionales se han convencido de las ventajas de su utilización, tanto en lo relacionado con las propiedades del suelo como en los rendimientos del cultivo (Méndez y Viteri, 2007).

La región de Arequipa lidera a nivel nacional la producción de cebolla con 332.55 mil toneladas. La región de Puno reporta una producción total de 9102.48 toneladas. El distrito de Ilave con 30 toneladas que representan el 0.32 % de la producción a nivel de la región Puno (DRA, 2014).

Dada la importancia de los productos agroecológicos obtenidos en base a la utilización racional de los abonos orgánicos. El presente trabajo de investigación está orientado al estudio de la producción orgánica de bulbos de cebolla con la utilización de guano de islas, estiércol de ovino, estiércol de vacuno y gallinaza, conducido bajo condiciones de secano y al medio ambiente en la zona circunlacustre de Puno. Los objetivos propuestos en el presente trabajo de investigación son los siguientes

### 1.1. Objetivo general

- Determinar el efecto de cuatro tipos de abonos orgánicos en el rendimiento de la cebolla (*Allium cepa* L.) en el distrito de Ilave – El Collao.

#### Objetivos específicos

- Determinar el efecto de los abonos orgánicos (estiércol de vacuno, estiércol de vacuno, gallinaza y guano de islas) en el prendimiento de plantines y altura de las plantas de cebolla (*Allium cepa* L.) mediante al abonamiento.
- Determinar el diámetro ecuatorial y diámetro apical en los bulbos de cebolla (*Allium cepa* L.) con la incorporación de abonos orgánicos (estiércol de vacuno, estiércol de vacuno, gallinaza y guano de islas).

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Origen

La cebolla (*Allium cepa* L.), es una planta ancestral se originó en las regiones montañosas de Asia Central, fue "domesticada" desde hace tiempo. Algunas especies relacionadas, parcialmente cruzables, tales como *Allium vavilovii* pueden encontrarse en forma silvestre, y otras cultivadas, tales como *Allium fistulosum* también pueden producir híbridos relativamente estériles con *Allium cepa*. No es posible volver a la región de origen y encontrar una especie idéntica que pueda ser cruzada en su totalidad con la cebolla cultivada. Esto demuestra que, en todo el mundo, las cebollas han evolucionado junto con los sistemas de cultivo y han acompañado las migraciones de personas durante mucho tiempo (Rothman y Dondo, 2008).

### 2.2. Posición taxonómica de la cebolla

Según el sistema de clasificación filogenético de Engler citado por Solano (2017), la cebolla, se ubica en la siguiente posición taxonómica:

Reino : Plantae

Sub Reino : Phanerogamae

División : Angiospermae

Clase : Monocotyledoneae

Orden : Liliales

Familia : Liliaceae

Género : *Allium*

Especie : *Allium cepa* L.

Cultivar : *Allium cepa* L. cv. Roja arequipeña

#### 2.2.1. Descripción Botánica

##### 2.2.1.1. Raíz

Moreira y Hurtado (2003), explican que el sistema radicular es superficial, alcanza una profundidad de 0.45 m, su mayor volumen de raíces se ubica en los primeros 0.30 m; la parte basal del bulbo está formada por una placa de tallos donde se forman las raíces adventicias y más adelante en el desarrollo de la planta se forman raíces a los lados de la placa basal. Debido a que la cebolla tiene una sola raíz primaria, el desarrollo de la planta

depende de la formación de raíces adventicias, que están continuamente desintegrándose y siendo reemplazadas por nuevas.

El sistema radicular es muy fibroso y ramificado, las raíces primarias y/o verdaderas mueren temprano. Alcanzan una profundidad de 25 cm en sentido vertical y 15 cm en sentido lateral. (Acosta ,1993).

#### **2.2.1.2.Bulbo**

Anculle (1992), afirma que el crecimiento y desarrollo del bulbo de la cebolla se inicia cuando la base de las hojas se alarga a una corta distancia por encima del plato del tallo y comienzan a almacenar reservas alimenticias; en forma menos visibles se forman hojas en el centro del bulbo que son gruesas y solo son órganos de almacenamiento sin emitir parte aérea, además del desarrollo de yemas laterales, múltiples o centro. Los factores que influyen en la formación del bulbo, en orden de importancia son: Fotoperiodo, temperatura, tamaño de planta y nutrición nitrogenada.

Corrales (1999), describe que el bulbo de la cebolla es un órgano constituido por túnicas, catáfila o escamas concéntricas, carnosas, delgadas y transparentes al exterior y vienen a ser la parte basal de las hojas engrosadas.

#### **2.2.1.3.Tallo**

El tallo de la planta al principio, es pequeño, grueso y no ramifica, siempre y cuando no se rompe la dominancia, que es donde se forma la parte comestible. Cuando pasa el período de vernalización, el tallo principal alcanza alturas de 1.20 a 1.50 cm (Valdez, 1994).

En la Enciclopedia Agropecuaria (2001), reporta que, el tallo está dividido en dos partes, una subterránea en forma de bulbo tunicado que es la parte utilizada, y una parte aérea eréctil.

#### **2.2.1.4.Hoja**

Moreira y Hurtado, (2003), explican que la hoja o falso tallo, es tubular, erecta, semicilíndrica de color verde y en algunos casos posee una sustancia cerosa. Después que aparece la primera hoja, las demás se desarrollan sucesivamente durante 1 a 10 días; bajo condiciones favorables puede llegar a formar de 15 a 18 hojas, según el cultivo y la época de siembra.

Brewster (1994), menciona que las primeras hojas verdaderas emergen de la hoja tubular que constituyen el cotiledón, después de la aparición de la primera hoja verdadera, la planta joven sigue creciendo por sucesión de nuevas hojas en la yema terminal del tallo. Las hojas que se encuentran insertas en el tallo discoidal están constituidas por dos partes fundamentales; una inferior o “vainas envolvente” y otra superior o “filodio” de forma redondeada, hueca y de bordes unidos.

#### **2.2.1.5. Inflorescencia**

Maroto (1995), reporta que en condiciones normales la floración tiene lugar en el segundo año de cultivo, tras la emisión de los escapos florales, que llevan en su extremo superior una masa globosa o cónica recubierta por una bráctea membranosa y blanquecina que al rasgarse da lugar a la aparición de una inflorescencia umbeliforme con un gran número de flores monoclamídeas. Es una planta de fecundación cruzada. La inflorescencia tiene forma trilobular.

#### **2.2.1.6. Flor**

Sánchez (2004), afirma que las flores son pequeñas, verdosas, blancas o violáceas que se agrupan en umbelas.

Suca (2012), señala que la cebolla en su parte terminal lleva una umbela esferoidal cuyo número de flores es 50 a 2,000.

#### **2.2.1.7. Fruto**

Es una cápsula con tres caras, de ángulos redondeados, que contienen las semillas, las cuales son de color negro, angulosas, aplastadas y de superficie rugosa (Terranova, 1995). Asimismo, Corrales (1999), señala que el fruto de la cebolla es una cápsula trilobada, con tres celdas dentro de la cual se encuentran seis semillas de color negro, angulosas, arrugadas y algo aplanadas.

#### **2.2.1.8. Semilla**

Hernández (2014), menciona que la semilla de cebolla es de forma convexa por un lado y achatado por el otro; además tiene una cubierta seminal oscura. Dentro de la semilla se encuentra el embrión concrecente bajo una forma espiralada, conformada por un cotiledón largo y un eje embrionario corto. El epicótilo se conforma por un meristemo apical y un primordio foliar; el cotiledón es la fuente de reserva de la semilla, principalmente de fosfatos.



Rothman y Dondo (2008), aseveran que el bulbo está formado por: a) catáfilas de protección membranosas; b) catáfilas carnosas; c) se puede ubicar alguna yema axilar cuyas catáfilas acumularon sustancias de reserva d) Sobre el centro del tallo algunas hojas de follaje no desarrollado. El color del bulbo está dado por las catáfilas de protección y pueden ser: blanco, cobrizo, rojo, púrpura o marrón.

Montas (1989), afirma que el bulbo es el órgano donde se acumulan las sustancias nutritivas de reserva. La formación del bulbo es como consecuencia de la movilización de carbohidratos entre las bases de las hojas más jóvenes. Los principales factores que influyen en su formación son el fotoperiodo, la temperatura, el tamaño, la edad de la planta y la nutrición nitrogenada.

## **2.2.2. Aspecto agronómico del cultivo de cebolla**

### **2.2.2.1. Requerimientos climatológicos**

La cebolla es la segunda hortaliza más importante en el mundo, después del tomate. Además, es un cultivo que hoy en día cuenta con gran diversidad genética adaptable a diferentes condiciones agroclimáticas lo cual hace de este cultivo un producto que puede ser adaptado a muchas zonas en el país. La adaptabilidad de las variedades a las condiciones ambientales locales es un factor muy importante para tener éxito en la producción de cebolla. En el mundo hay cientos de variedades disponibles para la producción comercial y cada año nuevas variedades son producidas por las compañías productoras de semillas para satisfacer los requerimientos de los productores, así como de los consumidores de cebolla fresca y de industrias que procesan este producto. Para las condiciones de Perú se recomiendan los cultivares de día corto (10 a 12 horas luz diarias) con los cuales se obtendrán bulbos de buen tamaño (DGCA, 2013).

Nicho (2010), sostiene que la cebolla, es un cultivo clasificado desde el punto de requerimiento de clima frío como hortaliza de invierno, por lo que se adapta en zonas agroecológicas donde se presenten temperaturas de 15 a 24°C, baja humedad relativa y temperatura mayores 24°C durante la maduración de los bulbos.

#### **2.2.2.2.Preparación del suelo**

La preparación del suelo debe de iniciar paralelamente a la siembra del semillero, entre 30 y 45 días antes de la fecha prevista para el trasplante. Deberá tomarse muy en cuenta la nivelación del suelo y el drenaje del terreno. (Catacora, 1997).

La aradura debe hacerse siguiendo el sentido en que se construirán los surcos de riego para evitar formación de depresiones o bordes transversales de los mismos. La profundidad de aradura debe ser de 25 a 30 cm; ocho a diez días antes del trasplante deberá realizarse el último paso de rastra y simultáneamente la nivelación de suelo para formar las camas de siembra; la altura de la cama debe ser entre 20 y 30 cm.

#### **2.2.2.3.Abonamiento**

En suelos pobres en materia orgánica, se aplica 30 a 40 toneladas de estiércol descompuesto por hectárea, y en suelos de fertilidad media 10 a 20 t/ha. En relación a la fertilización para la zona de Puno, se recomienda la formulación 150-100-60 de N - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> -K<sub>2</sub>O, todo el fosforo se aplica al momento del trasplante, así como la mitad del nitrógeno y potasio y las otras mitades a los 3 mese.s de trasplante (Suca, 2012).

Aday Bicho (2019), recomienda que, los estiércoles recomendados para hortalizas constituyen: vacuno 8.0 t/ha, ovino 5.0 t/ha y gallinaza 2.0 t/ha.

#### **2.2.2.4.Almácigo**

Nicho (2002), recomienda que la siembra debe realizarse en el momento oportuno de acuerdo con el cultivar; requerimiento de fotoperiodo que van de 10 a 14 horas de luz y condiciones climáticas que favorezcan el desarrollo de la planta, bulbificación y curado para obtener altos rendimientos.

Moreira y Hurtado, (2003) sostienen que la siembra de cebolla se puede producir por siembra directa y por trasplante.

#### **2.2.2.5.Transplante**

Montas (1989), señala que el transplante, es la práctica común para la producción de cebollas. Las plántulas para el trasplante de buena calidad miden de 18 a 20 centímetros de altura con tres hojas verdaderas y el falso tallo con diámetro de 0.7 centímetros.

Moreira y Hurtado, (2003), recomiendan que, para el trasplante, se requiere hacer un semillero previo a la siembra definitiva. Para esto se preparan eras o canteros (1 x 10 m); las semillas se distribuyen a chorro continuo. El uso de canteros permite hacer surcos a una distancia entre líneas de 0.10 a 0.15 m y profundidad de 0.01 m. La semilla se siembra a chorro continuo seguido con el cuidado de colocar de 3 a 5 semillas por cm. Esta siembra se hace a mano de tal manera que en un 1 m se utilicen de 5 a 6 gramos, para producir entre 900 y 1000 plantas de calidad. Posteriormente a la siembra del semillero debe protegerse con un mantillo orgánico.

Catacora (1997), considera que entre los 50 y 80 días se realiza el trasplante, cuando las plantas tengan entre 15 a 20 cm. En casos de utilizar almacigo con plántulas desarrolladas se promoverá la bulbificación temprana, el grosor no debe pasar de un lápiz (0.8 cm), cinco días antes del trasplante cortar las hojas de las plántulas a 15 cm de altura para facilitar el manejo.

Granberry y Terry (2000), informan que el diámetro de las plántulas para trasplante debe ser menor a 6 -7 mm en la base de la plántula. Se debe usar solo plántulas fuertes, libres de enfermedades; sanas y vigorosas deben ser plantadas de 3 a 5 cm. de profundidad.

### **2.2.3. Labores culturales**

#### **2.2.3.1. Riego**

El primer riego se efectúa inmediatamente después del trasplante. Los riegos posteriores se aplican con una frecuencia de dos veces por semana en suelos arenosos o en épocas calurosas y una vez por semana en suelos francos y fértiles o en épocas menos calurosas.

#### **2.2.3.2. Mullido y deshierbo**

Se efectúa a los 2 meses del trasplante y el segundo a los 3 o 4 meses. En lo posible se debe mantener el campo de cultivo libre de malezas y la tierra suelta para una buena formación de bulbo e infiltración del agua.

#### **2.2.3.3. Plagas y enfermedades**

Entre las plagas más comunes que se presentan, según, Suca, (2012), son las siguientes:

- a) **Mosca de la cebolla** (*Chortophilla antiqua* Meig.).- Díptero cuyas larvas producen galerías y daños los bulbos. Se combate arrancado y quemando las plantas atacadas.
- b) **Gusano minador de la cebolla** (*Acrolepia assectella* Zell).- Lepidóptero cuyas larvas realizan galerías en las hojas. Se combate con pulverizaciones de Diazinon
- c) **Trips de la cebolla** (*Trips tabaci*). - Tisanóptero que produce picaduras, decoloraciones y deformaciones en las hojas. Son insectos de gran movilidad y prolificidad. Se combate con pulverizaciones de malatión.

Suca, (2012), reporta que las enfermedades que suelen atacar a las cebollas son:

- a) **Mildiu de la cebolla** (*Peronospora schleideni* Ung.).- Produce manchas amarillas alargadas en la mitad superior de los limbos foliares. Se previene con rotación de cultivos y quemando las plantas enfermas. En ataques leves combatir con Polyran, Antracol o Dithane.
- b) **Carbón de la cebolla** (*Urocystis cepulae* Frost).- Al principio se ven lesiones plateadas longitudinales que posteriormente se convierten en pústulas carbonosas en las túnicas exteriores de la planta. Se previene esta enfermedad usando semilla sana o desinfectando las semillas con sarasan, a razón de 0.5 kg por 5 kilos de semilla.
- c) **Podredumbre blanca** (*Sclerotinia cerivorum* Berk).- Produce áreas podridas en los bulbos, mientras las hojas se marchitan y las plantas mueren colapsadas. Se previene usando semillas sanas ya que una vez que el hongo se ha establecido en el suelo, es imposible erradicarlo.
- d) **Podredumbre gris del cuello** (*Botrytis alli* Munn.).- Se presenta generalmente en los bulbos después de la cosecha, donde primeramente se humedece los tejidos de los bulbos tomando una apariencia sancochada y hundida. Posteriormente los tejidos afectados se vuelven grises. Se puede evitar esta enfermedad empleando variedades rojas, en cambio, las blancas son muy susceptibles a dicha enfermedad,
- e) **Chupadera fungosa** (*Rhizoctonia solani* Kuehn y *Fusarium sp.*).- Se presentan en los almácigos, causando la muerte de las plántulas debido a la pudrición de la base del tallito y raíces. Se combaten estas enfermedades desinfectando las

semillas con pentacloronitrobenzeno 75% a razón de un gramo por cada litro de solución, además evitar el exceso de humedad en las camas de almácigos.

#### **2.2.3.4.Cosecha**

Moreira y Hurtado (2003), sostienen que la cosecha de los bulbos de cebolla comienza cuando el 50% de los tallos se han doblado por efecto de su madurez. En este caso, hay que esperar de dos a siete días antes de empezar el arranque, el cual se realiza a mano cuando el suelo es suelto. Si las camas están compactadas, es necesario remover el suelo, pasando una cuchilla por debajo de los bulbos para aflojar las camas. Las plantas se dejan sobre la cama con las hojas hacia el frente, para proteger los bulbos del sol con los tallos de las cebollas de la siguiente fila. En esta posición se dejan en el campo de dos a tres días para su curado, luego se procede a cortar los bulbos y se colocan en sacos de yute bien aireados por un mínimo de ocho días para completar su curado.

Maroto (1995), indica que la cosecha se debe realizar cuando los bulbos estén suficientemente maduros, lo que se produce cuando las 2 ó 3 hojas exteriores estén secas. La cosecha tradicional se efectúa a mano, aunque hoy en día la mayoría de los casos es mecanizada, el arrancado de los bulbos suele efectuarse con un tractor que lleva posteriormente un bastidor hueco en forma de marco. Es frecuente, a continuación, y en el campo recortar los extremos superiores de las hojas “rabos” de los bulbos para conseguir un secado más rápido. Una vez secos, los bulbos son recolectados o bien manualmente en sacos donde se llevan al almacén para su pesado.

#### **2.2.3.5.Rendimiento**

Nicho (2010), asevera que los rendimientos son variados influyendo grandemente el manejo de almácigo, en la obtención de plántulas de calidad; siendo en cebolla “Roja Arequipeña” con un rendimiento promedio de 22000 kg/ha, pero con la tecnología de manejo del cultivo generado por el INIA se obtienen en promedio 40000 Kg/ha de bulbos de calidad. Con respecto a cebolla amarilla los rendimientos van de 60000 a 80000 Kg/ha de bulbos de calidad.

Suca (2012), da a conocer, que el rendimiento promedio para Puno se estima en 10 a 20 toneladas por hectárea, y para Arequipa de 40 a 50 toneladas por hectárea.

AGROALDIA (2014), reporta, que el rendimiento promedio del cultivo de cebolla en Puno, desde el año 2003 al 2013, estuvo en el rango de 19 822.00 a 17 743.37 kg/ha. Durante el año 2009 se tuvo el menor rendimiento con 16 967.00 kg/ha.

#### **2.2.4. Importancia del abonamiento**

Sánchez (2003), menciona que los abonos orgánicos son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que llegan al proceso de descomposición, naturalmente con el objetivo de mejorar las características y calidad del suelo. Los abonos orgánicos, son productos que se obtienen después de un proceso de descomposición de la materia orgánica; en este proceso los microorganismos son importantes porque son quienes descomponen la materia orgánica, de tal manera que la planta pueda usarlo para su nutrición.

Los abonos orgánicos son aquellos residuos de origen animal y vegetal de los que las plantas pueden obtener importantes cantidades de nutrientes; en el suelo, con la descomposición de estos abonos, se ve enriquecido con carbono orgánico y mejora sus características físicas, químicas y biológicas (Trinidad *et al.*, 2000).

El uso de los abonos orgánicos para mantener y mejorar la disponibilidad de nutrientes en el suelo y obtener mayores rendimientos en los cultivos. Entre los abonos orgánicos se incluyen los estiércoles, compostas, vermi compostas, abonos verdes, residuos de las cosechas, residuos orgánicos industriales, aguas negras y sedimentos orgánicos. Los abonos orgánicos son muy variables en sus características físicas y composición química principalmente en el contenido de nutrientes; la aplicación constante de ellos, con el tiempo, mejora las características físicas, químicas, biológicas y sanitarias del suelo (Trinidad *et al.*, 2000).

Los científicos agrícolas han reconocido los beneficios del abonamiento orgánico del suelo para la productividad de los cultivos; el efecto benéfico del abonamiento orgánico en los suelos especialmente sobre aquellos altamente meteorizados es de una importancia dramática con relación a sus contenidos, pues está demostrado que incrementos mínimos benefician simultáneamente las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo; siendo las ventajas las siguientes: (Meléndez, 2002).

- Es fuente importante de micro y macronutrientes especialmente N, P, y S, siendo particularmente importante el P orgánico en los suelos ácidos.

- Ayuda a la estabilización de la acidez del suelo.
- Actúa como agente quelatante del aluminio.
- Actúa como quelatante de micronutrientes previniendo su lixiviación y evita la toxicidad de los mismos.
- Regula los fenómenos de adsorción especialmente la inactivación de plaguicidas.
- Mejora la capacidad de intercambio del suelo.
- Mejora la cohesión y estabilidad de los agregados del suelo.
- Disminuye la densidad aparente.
- Aumenta la capacidad del suelo para retener agua.
- Es fuente energética de los microorganismos especialmente por sus compuestos de carbono.
- Estimula el desarrollo radicular y la actividad de los macro y microorganismos del suelo.

En la costa peruana las fuentes de materia orgánica que se usan mayormente son: estiércoles de diversos animales en especial estiércol de vacuno, gallinaza, compost, guano de islas y humus de lombriz; en la selva, el uso de abonos verdes, en base a leguminosas, constituye la principal fuente de materia orgánica (Antúnez de Mayolo, 1984).

#### **2.2.4.1. Estiércol de vacuno**

El estiércol de vacuno ha sido durante mucho tiempo el abono orgánico de origen animal más utilizado para reponer la fertilidad natural de los suelos, décadas atrás se utilizaban enormes cantidades en campos de cultivo debido al enorme hato ganadero y a lo razonable de su precio, se puede utilizar en todo tipo de suelos y cultivos tras un proceso de compostaje, de esta forma se puede utilizar incorporándolo al suelo (Morales, 2013).

Los estiércoles están formados básicamente por excrementos sólidos y líquidos del ganado, estos, aunque podrían utilizarse en fresco, para un mayor rendimiento necesitan fermentar y curar adecuadamente antes de su utilización; el proceso habitual es formar una cama de paja y otros vegetales en el galpón donde se introduce el animal; la mezcla de los excrementos con los restos vegetales irán creando una materia en descomposición, la cual se fermenta antes de incorporar a las tierras que desea fertilizar (Labrador, 2001).

Los estiércoles son los excrementos de los animales, que resultan como desechos del proceso de digestión de los alimentos que estos consumen; los campesinos crían generalmente diferentes clases de animales (ovejas, caballos, cuyes, gallinas, asnos, toros, vacas, chanchos, etc.) que les proveen de este recurso útil para mejorar la fertilidad del suelo (Gomero y Velásquez, 1999).

En las fincas donde se integren la agricultura y ganadería, el estiércol puede reingresar de nuevo en la explotación, cerrando así el ciclo; por otro lado, es necesario compostar adecuadamente el estiércol, es decir someterlo a un proceso de fermentación y transformación con lo que se consigue un material final de innumerables ventajas al de partida. Requiere al menos 6 meses para conseguir un resultado aceptable. Es verdad que algunos cultivos hortícolas soportan bien el estiércol sin compostar, pero en general el proceso de compostaje es muy beneficioso eliminando semillas de malas hierbas, transformando muchos de sus nutrientes por la acción de los microorganismos, elimina virus, hongos y bacterias indeseables y finalmente mejora su estructura fisicoquímica. Con el proceso se consiguen mayores cantidades de humus que con la misma cantidad de materia aplicada directamente al suelo; el estiércol, tras su compostaje, se convierte en una materia muy rica en flora microbiana beneficiosa (Morales, 2013).

Como todos los otros abonos orgánicos, el estiércol de vacuno no tiene una concentración fija de nutrientes, esto depende de la raza, su edad, su alimentación y los residuos vegetales que se utilizan, entre otros; así mientras los animales jóvenes consumen una gran cantidad de nutrientes para su crecimiento y producen excrementos pobres, los animales adultos solamente substituyen las pérdidas y producen estiércoles ricos en elementos fertilizantes, también mientras más rica es la alimentación del ganado, mejor sale la composición del abono (Antunez de Mayolo, 1984; Gomero y Velásquez, 1999).



**Tabla 1. Composición del estiércol de vacuno en comparación con otros estiércoles**

NUTRIENTE	VACUNOS	PORCINOS	CAPRINOS	CONEJOS
<b>Materia Orgánica (%)</b>	48.9	45.3	52.8	63.9
<b>N total (%)</b>	1.27	1.36	1.55	1.94
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (%)</b>	0.81	1.98	2.92	1.82
<b>K<sub>2</sub>O (%)</b>	0.84	0.66	0.74	0.95
<b>CaO</b>	2.03	0.72	3.2	2.36
<b>MgO (%)</b>	0.51	0.65	0.57	0.45

Fuente: Brechlet 2004

#### 2.2.4.2. Estiércol de ovino

Herrera (2003), menciona que, con relación a la composición química promedio de los estiércoles es de 0.5% en N, 0.25% en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 0.5% en K<sub>2</sub>O, por esta razón es recomendable mezclar los estiércoles con un fertilizante fosfatado de 2 a 10 kg de roca fosfórica por tonelada de estiércol.

Cari *et al* (2001), mencionan que el estiércol es utilizado como fuente de abonamiento orgánico desde tiempos ancestrales, la que es el excremento de los animales acumulado en los corrales o estercoleros, su composición varía en función al tipo de alimentación, edad del animal, estado de descomposición del estiércol.

Mamani (1996), menciona que, las principales ventajas que se logran con la incorporación de estiércol es el aporte de nutrientes, incremento en la capacidad de retención de humedad y mejora de la actividad biológica con las cuales se incrementa la productividad del suelo agrícola.

#### 2.2.4.3. Gallinaza

La gallinaza o estiércol de gallina es uno de los componentes de origen natural con mayor contenido de nutrientes entre todos los abonos orgánicos conocidos; además, como toda camada de gallina, contiene fuentes de carbono, que son responsables para la conversión del humus; debido a su importante contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, la gallinaza o estiércol de gallina es considerado como uno de los fertilizantes más completos y que mejores nutrientes puede dar al suelo. No obstante, para su buen aprovechamiento, primero se debe hacer un buen curado (Moriya, 2015).

Se recomienda a los horticultores que utilicen el estiércol de gallina, pero deben hacer primeramente la maduración o curado del mismo, no utilizar las camas hasta que estén secas, ya que la planta no aprovechará la fertilización, pues mientras no se seque el componente, habrá una competencia entre microorganismos transformadores de virutas y cascarillas y las plantas por ese nutriente. Es importante que los productores tengan en cuenta que el estiércol de gallina no se debe colocar al sol para que se seque, sino a media sombra, para que los microorganismos puedan transformar los diferentes componentes en materia prima, que puede ser aprovechada por las plantas como aminoácidos, grasas, resinas, bajo peso molecular. Lo que se pretende con el proceso de secado bajo sombra, es llegar a lo que se denomina curado de la materia orgánica (Moriya, 2015).

**Tabla 2. Composición de la gallinaza**

COMPONENTE	CONCENTRACIÓN
Ph	7,5
C.E. (mS. Cm <sup>-1</sup> )	8,47
Materia orgánica (%)	80,5
Lignina (%)	13,0
Celulosa (%)	15,0
Carbono total (%)	39,8
Nitrógeno total (%)	3,23
Relación C/N	12,32
Fósforo (g. kg <sup>-1</sup> )	2,2
Potasio (g. kg <sup>-1</sup> )	13,5
Calcio (g. kg <sup>-1</sup> )	47,5
Magnesio (g. kg <sup>-1</sup> )	5,5
Sodio (g. kg <sup>-1</sup> )	4,1
Azufre (g. kg <sup>-1</sup> )	4,0
Hierro (mg. Kg <sup>-1</sup> )	1929
Cobre (mg. Kg <sup>-1</sup> )	29
Manganeso (mg. Kg <sup>-1</sup> )	322
Zinc (mg. Kg <sup>-1</sup> )	79

Fuente: Tortosa (2014).

La gallinaza se utiliza tradicionalmente como abono, su composición depende principalmente de la dieta y del sistema de alojamiento de las aves; la gallinaza obtenida de explotaciones en piso, se compone de una mezcla de deyecciones y de un material absorbente que puede ser viruta, pasto seco, cascarillas, entre otros y este material se conoce con el nombre de cama; esta mezcla permanece en el galpón durante todo el ciclo productivo; la gallinaza obtenida de las explotaciones de jaula, resulta de las deyecciones, plumas, residuo de alimento y huevos rotos, que caen al piso y se mezclan; este tipo de

gallinaza tiene un alto contenido de humedad y altos niveles de nitrógeno, que se volatiliza rápidamente, creando malos y fuertes olores, perdiendo calidad como fertilizante; para solucionar este problema es necesario someter la gallinaza a secado, que además facilita su manejo. (Estrada, 2005).

#### **2.2.4.4. Guano de islas**

Tineo (2009), afirma que el guano de islas es una mezcla de excrementos de aves (guanay, piquero, alcatraz o pelícano que habitan en la costa en el Perú), plumas, restos de aves muertas y huevos de las especies que habitan el litoral y que pasa un proceso de fermentación lenta, lo cual permite mantener sus componentes al estado de sales. Es uno de los abonos naturales de mejor calidad por su contenido de nutrientes, así como facilidad de asimilación, existiendo diferentes calidades: guano rico (12-11-02); guano fosfatado (1,5-15-1,5) y guano de islas común (9-11-02) (FAO, 2012).

El guano de islas se origina por acumulación de las deyecciones de las aves guaneras que habitan las islas y puntas de nuestro litoral; entre las aves más representativas tenemos al Guanay (*Phalacrocorax bouganivilli* Lesson), Piquero (*Sula variegata* Tshudi) y Pelícano (*Pelecanus thagus*). La recolección del guano de islas es una actividad totalmente artesanal que se realiza en forma racional, evitando su agotamiento. Así, la recolección que se realiza en una determinada isla o punta se vuelve a repetir en un período no menor de cinco años. El procesamiento consiste en el picado, tamizado, envasado y pesado del producto, efectuándose en el lugar de recolección. El uso del guano de islas es con la finalidad de mejorar el suelo, elevar la productividad de los cultivos y mejorar el nivel de vida del agricultor. El guano de islas además de suministrar los nutrientes, realiza aporte de microorganismos benéficos que van a enriquecer la microflora del suelo, incrementando la actividad microbiana notablemente, lo que le confiere al suelo la propiedad de "organismo vivo", entre los microorganismos más importantes se encuentran las bacterias nitrificantes, del grupo *Nitrosomonas* y *Nitrobacter*, la primera transforma el amonio a nitrito y *Nitrobacter* oxida el nitrito a nitrato, que es la forma cómo las plantas toman mayormente el Nitrógeno del suelo (AGRORURAL, 2013).

**Tabla 3. Composición de guano de islas**

COMPONENTE	FORMA DISPONIBLE	CONCENTRACIÓN
Nitrógeno	N	10 - 14 %
Fósforo	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	10 - 12 %
Potasio	K <sub>2</sub> O	2 - 3 %
Calcio	CaO	8 %
Magnesio	MgO	0,50 %
Azufre	S	1,50 %
Hierro	Fe	0,032 %
Zinc	Zn	0,0002 %
Cobre	Cu	0,024 %
Manganeso	Mn	0,020 %
Boro	B	0,016 %

Fuente: AGRORURAL (2013).

El guano de islas además de poseer los elementos menores y mayores lleva un número diferente de bacterias nitrificadoras, bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico, bacterias antagonistas de patógenos del suelo y hongos benéficos que ayudan a la planta en la nutrición vegetal en forma total; el guano de islas es un mejorador ideal de los suelos, mejora las tierras salitrosas y una sola aplicación sirve para dos cosechas (Moreno, 2000).

El color del guano en las mismas islas, islotes y puntas del litoral es muy variado y abarca toda una gama del color naranja en sus múltiples tonalidades, y su olor es amoniacal bastante pronunciado; dichas cualidades, sobre todo el color, se pierden debido a su procesamiento y mezclado con los guanos pobres para obtener un guano de mayor ley o concentración de N-P-K (Moreno, 2000).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de estudio

El presente trabajo de investigación se instaló en la comunidad de Villa Sicata, que pertenece al distrito de Ilave, provincia El Collao, en la región de Puno, durante la campaña agrícola 2018-2019, cuyas características políticas y geográficas son:

##### 3.1.1. Ubicación política y geográfica

###### Políticamente se ubica:

Región	:Puno
Provincia	: El Collao
Distrito	: Ilave
Comunidad	:Villa Sicata

###### Geográficamente se ubica:

16° 0' 0.18'' Latitud sur.

69° 28' 49.816'' Longitud oeste.

Altitud de 3822 m.s.n.m.

#### 3.2. Fecha de ejecución

El trabajo de investigación se inició el 22 de diciembre del 2018 y culminó el 05 de mayo del 2019.

#### 3.3. Condiciones Meteorológicas

##### 3.3.1. Temperatura

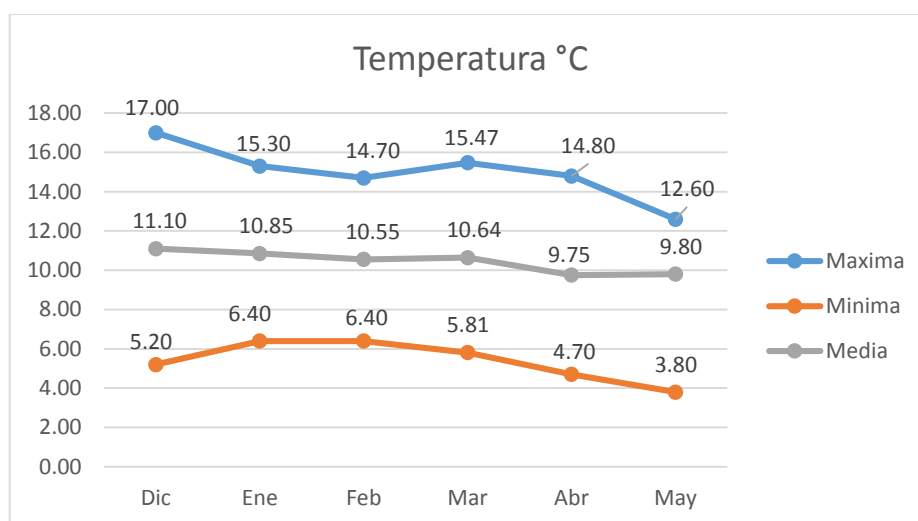
Los elementos meteorológicos correspondientes a la zona de estudio, fueron proporcionados por la oficina del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) estación El Collao - Ilave; cuyos datos corresponden a temperatura máxima, media y mínima, y precipitación pluvial mensual, de la campaña agrícola 2018-2019, ocurrida desde el mes de diciembre del 2018 hasta el mes de mayo del 2019, cuyos valores se observan en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Datos de Temperatura máxima, mínima, media mensual y precipitación pluvial mensual de diciembre del 2018 a abril 2019.

MESES 2018 – 2019	TEMPERATURA °C			PRECIPITACIÓN PLUVIAL (mm/mes)
	Máxima	Mínima	Media	
<b>Dic</b>	17.00	5.20	11.10	41.50
<b>Ene</b>	15.30	6.40	10.85	123.80
<b>Feb</b>	14.70	6.40	10.55	152.80
<b>Mar</b>	15.47	5.81	10.64	18.90
<b>Abr</b>	14.80	4.70	9.75	46.90
<b>May</b>	12.60	3.80	9.80	15.80
<b>TOTAL</b>	<b>89.87</b>	<b>32.31</b>	<b>62.69</b>	<b>399.70</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>14.98</b>	<b>5.39</b>	<b>10.45</b>	<b>66.62</b>

Fuente: SENAMHI – Puno

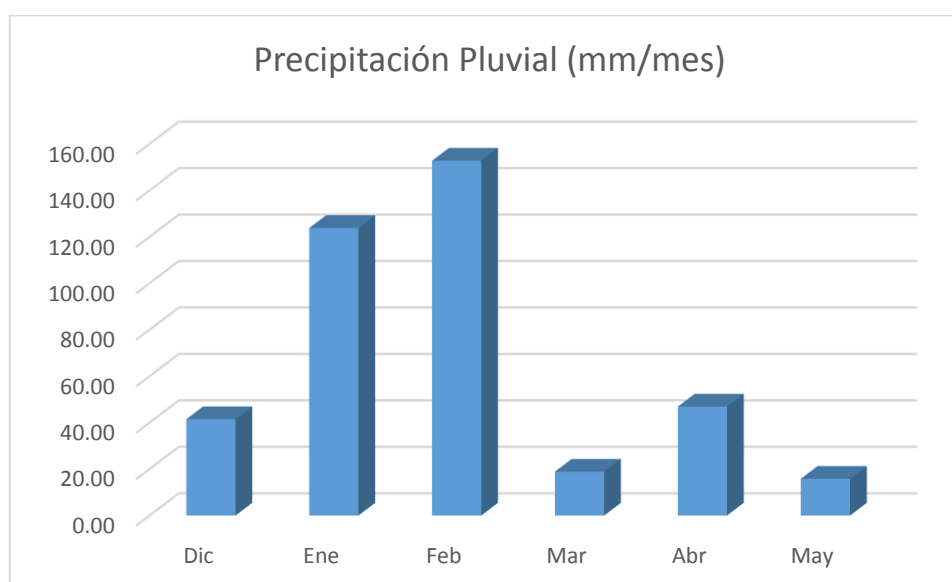
En la figura 1, se visualiza el comportamiento de la temperatura ambiental durante la campaña agrícola 2018 – 2019, en donde se observa que, la más alta temperatura ocurrida fue en el mes de Diciembre (17.0°C); en relación a la temperatura mínima, es decir, la más baja se registró en el mes de Mayo (3.8°C); con respecto, a la temperatura media, la mayor fue en el mes de Diciembre (11.10°C), y la menor fue en el mes de abril (9.75°C), no se presentaron heladas. Bajo estas características de temperatura ambiental se desarrolló del cultivo de cebolla, considerándose un comportamiento regular de este parámetro meteorológico.



**Figura 1.** Temperatura máxima, media y mínima mensual de la campaña agrícola. Diciembre del 2018 a abril del 2019.

### 3.3.2. Precipitación pluvial

En la figura 2, se observa el comportamiento de la precipitación pluvial total ocurrida en la campaña agrícola comprendida desde el mes de diciembre del 2018 hasta el mes de mayo del 2019, durante estos 6 meses, la precipitación fue 399.70 mm; de los cuales se observa que la mayor precipitación pluvial ocurrió en el mes de febrero del presente año registrando hasta 152.8 mm/mes y la menor precipitación pluvial se registró en el mes de mayo con 15.8 mm/mes; frente a este comportamiento meteorológico, podemos indicar que al inicio de la instalación del campo experimental la precipitación pluvial fue ligeramente escasa, lo cual fue indiferente al prendimiento en las plántulas, pues las lluvias fueron incrementándose notablemente hasta el mes de febrero, este comportamiento pluvial favoreció el establecimiento y desarrollo vegetativo del cultivo; luego, a partir del mes de marzo las lluvias redujeron significativamente, pero en el mes de abril se nota un ligero incremento de la precipitación pluvial .



**Figura 2.** Precipitación pluvial mensual de la campaña agrícola de diciembre del 2018 a abril del 2019.

### 3.4. Análisis Físico – Químico del suelo experimental

En la tabla 5, se observa los detalles y valores del análisis físico - químico del suelo experimental, que fue analizado en el laboratorio de Aguas y Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno. Según la tabla de interpretación de análisis de suelos, la muestra del suelo experimental de la zona de estudio presentó una textura franco arenoso, con un pH ligeramente alcalino (7.50); con

un contenido de materia orgánica calificado como medio (3.15%); el contenido de nitrógeno total es bajo (0.09%); el contenido de fósforo disponible es bajo (5.01 ppm) y el contenido de potasio es muy bajo (88 ppm). En consecuencia, con estas características la fertilidad del suelo experimental, categorizado como pobre en los principales elementos nutritivos para la planta se desarrolló el presente trabajo de investigación.

**Tabla 5.** Análisis físico químico del suelo de las parcelas experimentales

N°	CLAVE DE CAMPO	ANÁLISIS MECÁNICO			CLASE TEXTURAL	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup> %	M.O. %
		Arena %	Arcilla %	Limo %			
01	VILLA SICATA – ILAVE	68.00	18.00	14.00	Franco arenoso	0.00	3.15

N°	pH	C.E. mS/cm	C.E. (e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES			CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100 g	S. B. %
				N %	P ppm	K ppm	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>		
01	7.5	0.45	2.25	0.09	5.01	88	NC	NC	NC	N C	0.00	NC	N C

Fuente: Laboratorio de Aguas y Suelos de la FCA-UNA- Puno, 2019.

### 3.5. Análisis Físico – Químico de las fuentes de abonamiento

El análisis físico – químico de los abonos orgánicos empleados en el presente experimento, se efectuó en el laboratorio de Aguas y Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

**Tabla 6.** Análisis físico - químico de los abonos orgánicos

ELEMENTOS ANALIZADOS	ABONO DE VACUNO	ABONO DE OVINO	GALLINAZA
pH	8.90	9.20	8.60
C.E. mS/cm.(Relac. 2.5:25ml)	6.80	6.95	7.05
Nitrógeno total (% de N)	1.40	1.59	1.70
Fósforo total (% de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.62	0.70	0.75
Potasio total (% de k)	0.69	0.73	0.80
Materia orgánica (M.O)	60.01	60.55	60.70

Fuente: Laboratorio de Aguas y Suelos de la FCA-UNA-Puno, 2019



En la tabla 6, se observa que, la gallinaza posee el mayor contenido de materia orgánica con 60.70 %, seguido del estiércol de ovino con 60.55%, y el estiércol de vacuno, resultó con menor contenido de materia orgánica con 60.01 %. En el contenido de nitrógeno total la mayor proporción existe en la gallinaza con 1.70%. En relación al contenido del elemento fósforo total, la mayor concentración porcentual se encontró en la gallinaza con 0.75%, en el estiércol de ovino fue 0.70% y en el estiércol de vacuno fue 0.62%, indicando en forma general bajos niveles de fósforo. Con respecto al elemento potasio, la mayor concentración se encontró en la gallinaza con 0.80%, en el estiércol de ovino 0.73% y estiércol de vacuno 0.69%. En relación al pH, la gallinaza presentó un valor de 8.60 de característica moderadamente alcalino; en cambio, el estiércol de vacuno y el estiércol de ovino, presentaron altos valores de 8.90 y 9.20 de pH respectivamente, indicando características muy fuertemente alcalinas.

Respecto a estiércol de ovino, los estudios efectuados por Mamani (1996), menciona que, el nitrógeno es de 1.56%, el fósforo es de 1.20% y el potasio es de 1.28 %, lo cual, comparado con nuestro análisis, se observa que en nitrógeno presenta un valor ligeramente superior; en cambio el contenido de fósforo es menor y el contenido de potasio es casi similar a los valores reportados.

### **3.6. Material Experimental**

#### **3.6.1. Material biológico**

Se utilizó plantines de cebolla (*Allium cepa* L.) cv. Roja arequipeña. Estos plantines de cebolla proceden del almácigo de la localidad de Ichu, ubicado en la zona sur de la ciudad de Puno, cuyas características son las siguientes:

- Longitud de la plántula: 15 cm.
- Grosor del bulbo: 0.8 cm.

#### **3.6.2. Abonos orgánicos**

Los estiércoles de ovino y vacuno fueron adquiridos de la granja particular de la zona de estudio. En cambio, el guano de islas y el estiércol de gallinaza, se adquirió de la casa Agro Veterinaria (AGROVET) que está ubicada en la ciudad de Juliaca.

### **3.6.3. Equipos e instrumentos**

- ✓ Balanza analítica
- ✓ Wincha metálica
- ✓ Vernier metálico
- ✓ Cuaderno de campo
- ✓ Carretilla
- ✓ Pico
- ✓ Pala
- ✓ Rastrillo
- ✓ Trasplantador
- ✓ Carteles
- ✓ Etiquetas
- ✓ Papel Bond
- ✓ Sacos de polietileno

### **3.7. Métodos**

#### **3.7.1. Variables en estudio**

Las variables en estudio son los abonos orgánicos:

- ✓ Dosis de estiércol de vacuno: 8 t/ha
- ✓ Dosis de estiércol de ovino: 5 t/ha
- ✓ Dosis de gallinaza: 2 t/ha
- ✓ Dosis de guano de islas: 1.2 t/ha

#### **3.7.2. Los Tratamientos experimentales**

Los tratamientos experimentales son:

**Tabla 7.** Tratamientos experimentales

Tratamiento	Tipo de Abono orgánico	Dosis de Aplicación	
		(t/ha)	(kg/parcela de 4m <sup>2</sup> )
T1	Testigo	0.0	0.00
T2	Estiércol de vacuno	8.0	3.20
T3	Estiércol de ovino	5.0	2.00
T4	Gallinaza	2.0	0.80
T5	Guano de Islas	1.2	0.48

Las dosis de abonos para el presente trabajo de investigación se han tomado teniendo como referencia el valor recomendado por Aday Bicho (2015) y AGRORURAL (2013).

### 3.7.3. Diseño experimental

La investigación fue conducida con el diseño Bloque Completo al Azar (BCA), con 5 tratamientos y 4 repeticiones con un total de 20 unidades experimentales y cuyo análisis de varianza, fue el siguiente:

**Tabla 8.** Análisis de varianza (ANVA)

FUENTE DE VARIABILIDAD	GRADOS DE LIBERTAD
Bloque	3
Tratamientos	4
Error experimental	12
Total	19

El modelo estadístico lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$ : es la respuesta del  $i$ -ésimo tratamiento en la  $j$ -ésimo bloque

$\mu$ : es la media general

$\tau_i$ : es el efecto del  $i$ -ésimo tratamiento  $i = 1, \dots, a$

$\beta_j$ : es el efecto del  $j$ -ésimo bloque  $j = 1, \dots, b$

$\varepsilon_{ij}$ : es el término de error aleatorio para la respuesta  $ij$

### **3.8. Características del experimento**

El área total del trabajo de investigación fue:

#### **Campo experimental**

Largo: 14 metros

Ancho: 11 metros

Área total: 154 m<sup>2</sup>

#### **Características del Bloque**

Distanciamiento entre bloques: 1 m

Número de bloques: 4

Largo: 14 metros

Ancho: 2 metros

Área total: 28 m<sup>2</sup>

#### **Características de la Unidad Experimental**

Distanciamiento entre parcelas: 1 m

Número de parcelas experimentales: 20

Largo: 2 metros

Ancho: 2 metros

Área total: 4 m<sup>2</sup>

### **3.9. Conducción del experimento**

#### **3.9.1. Preparación del terreno**

La preparación del terreno consistió en las siguientes labores:

#### **3.9.2. Labranza**

Se realizó con la ayuda de herramientas manuales, cuya labranza fue a una profundidad de 25 a 30 centímetros.

### 3.9.3. Rastrilleo

El rastrilleo consistió en limpiar el terreno, tales, como restos de tallos, raíces y hojas de las plantas, así como, separar las piedrecillas del terreno. Asimismo, el rastrilleo sirvió para nivelar el terreno, de cada parcela experimental, esta labor se realizó el 20 de diciembre 2018.

### 3.9.4. Aplicación de abonos orgánicos

Los abonos orgánicos provenientes del estiércol de ovino, estiércol de vacuno y la gallinaza, fueron sometidos a un tratamiento pre-fermentativo durante un mes. El procedimiento se inició el 20 de noviembre del 2018, en donde cada uno de los abonos orgánicos fueron depositados en contenedores, posteriormente, los abonos fueron humedecidos a capacidad de campo con agua mediante la ayuda de una regadera, luego fueron cubiertos con una manta de plástico, posteriormente cada 5 días se removió a fin de favorecer la fermentación de la materia orgánica.

El guano de islas, es un abono orgánico compuesto, de textura polvosa, granulación uniforme, de color gris amarillento verdoso, con olores amoniacales. Se utilizó directamente según la dosis en estudio sin previo tratamiento.

### 3.9.5. Abonamiento orgánico

El abonamiento orgánico se realizó incorporando los abonos uniformemente a cada parcela experimental, y según las dosis propuestas en los tratamientos y sus respectivas repeticiones.

**Tabla 9.** Dosis de abonamiento.

Tratamiento	Clave	m <sup>2</sup>	4 m <sup>2</sup>
Testigo	T1	0.00 kg	0.00 kg
estiércol de vacuno	T2	0.80 kg	3.20 kg
estiércol de ovino	T3	0.50 kg	2.00 kg
Gallinaza	T4	0.20 kg	0.80 kg
guano de islas	T5	0.48 kg	0.48 kg

Fuente: Elaboración Propia

### 3.9.6. Trasplante

En la parcela experimental se plantaron 200 plántulas, haciendo un total de 4000 plántulas de cebolla (*Allium cepa* L.) cultivar Roja arequipeña, con un distanciamiento de 10 cm y entre plantas 20 cm entre líneas. Esta labor, se realizó con plántulas tuvieron el tamaño adecuado para el trasplante; primeramente, se realizó los hoyos en el suelo, luego se colocaron las plántulas, seguidamente fueron cubiertas con suelo, y finalmente se fue presionando alrededor de las plantas; ésta labor se realizó el 22 de diciembre del 2018.

### 3.9.7. Labores culturales

#### 3.9.7.1. Escarda y deshierbo

Consistió en brindar aireación al terreno de cultivo, aflojando la parte superficial del suelo. Esta labor se realizó manualmente. Asimismo, consistió en extraer manualmente las malas hierbas del área de cultivo. Las malezas encontradas fueron: *Brassica campestris* “Nabo silvestre”, *Bidens andicola* “Misiko”, *Capsella bursa-pastoris* “Bolsa de pastor”, *Erodium cicutarium* “Aguja aguja”, en el mes Enero y febrero tuvo la mayor presencia de malezas.

#### 3.9.7.2. Cosecha

La cosecha se realizó en la fase de la madurez, es decir a los 4 meses y 14 días, después del trasplante, cuando los bulbos presentaron condiciones aptas para el consumo, esta labor se realizó el 05 de mayo del 2019. Como criterio se tomó en cuenta que la planta no pase de su periodo optimo, porque, tienden a producir semilla, los bulbos llegan a ser más fibrosos tomando un aspecto no deseado para el mercado.

### 3.10. Variables de respuesta y observaciones

#### 3.10.1. Variables de respuesta

- Rendimiento de bulbo en (t/ha)
- Prendimiento de plantines en (%)
- Altura de planta en (cm/planta)
- Diámetro ecuatorial del bulbo (cm/planta)
- Diámetro apical del bulbo (cm/planta)
- Porcentaje de materia seca del bulbo (%)

### **3.10.2. Observaciones**

- Análisis físico - químico de suelo
- Análisis físico - químico de estiércol de vacuno
- Análisis físico - químico o de estiércol de ovino
- Análisis físico - químico de gallinaza
- Precipitación pluvial
- Temperatura máxima, mínima y media
- Presencia de malezas
- Plagas y enfermedades

### **3.11. Medición y Evaluación de Variables de Respuesta**

#### **3.11.1. Prendimiento de plantines (%)**

Se realizó a los 12 días luego del trasplante, se evaluó el número de plantines de cebolla prendidos por parcela experimental; luego los datos fueron procesados y expresados en porcentaje de prendimiento de plantines.

#### **3.11.2. Altura de planta (cm/planta)**

La altura de planta se evaluó cada 10 días desde el trasplante hasta la cosecha, midiendo desde el cuello de la planta hasta el ápice de las hojas, se tomó al azar una muestra de 10 plantas por cada unidad experimental.

#### **3.11.3. Diámetro ecuatorial del bulbo (cm/planta)**

El diámetro ecuatorial del bulbo de cebolla se determinó al momento de la cosecha, se procedió a medir con un vernier de metal. Tomando como muestra 10 bulbos por cada unidad experimental. El diámetro ecuatorial, mide el diámetro de la circunferencia del bulbo propiamente dicho, en una forma cuantitativa.

#### **3.11.4. Diámetro apical del bulbo (cm/planta)**

Para determinar el diámetro apical del bulbo de cebolla se utilizó el vernier de metal tomando una muestra de 10 bulbos por cada unidad experimental, se consideró como diámetro de bulbo apical a la parte angosta del bulbo de la cebolla.

### 3.11.5. Rendimiento de bulbo (t/ha)

Se procedió a pesar todas las plantas existentes al momento de la cosecha por cada unidad experimental, utilizándose una balanza de precisión, luego los datos fueron estimados a kilogramos por parcela y transformados en toneladas por hectárea.

### 3.11.6. Porcentaje de materia seca del bulbo (%)

Se efectuó en el laboratorio de Pastos y Forrajes de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano, se acopió muestras de bulbos de cebolla de cada tratamiento en estudio para el respectivo análisis.

Se procedió a pesar las muestras de los bulbos de cebolla de los 5 tratamientos en estudio, colocándolas en la estufa a una temperatura de 65°C por un tiempo de 24 horas. Para hallar la materia seca se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ M.S.} = \frac{\text{PI} - \text{PS}}{\text{PI}} \times 100$$

Dónde:

% MS = Porcentaje de Materia seca.

PI = Peso Inicial.

PS = Peso seco.



## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Rendimiento de bulbos (t/ha)

La Tabla 9, muestra el análisis de varianza para el rendimiento de bulbos de cebolla realizado al momento de la cosecha, en donde, se observa que, para la fuente de bloques, no es significativo, es decir, las condiciones del suelo fueron similares para todos los bloques. En cambio, para la fuente de variabilidad de tratamientos, se encontró una diferencia altamente significativa, lo que significa que la incorporación de abonos orgánicos (guano de islas, estiércol de vacuno, estiércol de ovino y gallinaza) mejoran el rendimiento de bulbos (t/ha), existiendo entre ellos algún tipo de abono orgánico que mostró una alta superioridad de rendimiento. El coeficiente de variabilidad (C.V.) fue de 11.57 %, siendo un nivel aceptable para trabajos experimentales en campo. (Vásquez, 1990).

**Tabla 9.** Análisis de variancia de rendimiento de planta por efecto de abonos orgánicos

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	3	8.78514	2.92838	3.07	3.490	5.950	N.S.
Tratamientos	4	33.43633	8.35908	8.76	3.260	5.410	**
Error experimental	12	11.45151	0.95429				
Total	19	53.67298					
C.V. = 11.57 %		$\bar{X} = 8.44$					

La Tabla 10, muestra la prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para el rendimiento de bulbos de cebolla, por efecto de la aplicación de abonos orgánicos. El mayor rendimiento de bulbos fue en el tratamiento (T5): Guano de islas con 10.165 t/ha, siendo este superior a los demás tratamientos. En cambio, en el tratamiento (T1), denominado como testigo, los rendimientos fueron bajos con 6.323 t/ha. Según estos resultados se pueden atribuir que la aplicación de guano islas fue favorable para el rendimiento de bulbos, tal como lo afirma Tineo (2009), señalando que el guano de islas suministra los nutrientes además de aportar microorganismos benéficos que van a enriquecer la micro flora del suelo incrementado la actividad microbiana entre los más importantes se encuentran las bacterias nitrificante que trasforma amonio a nitrito y luego

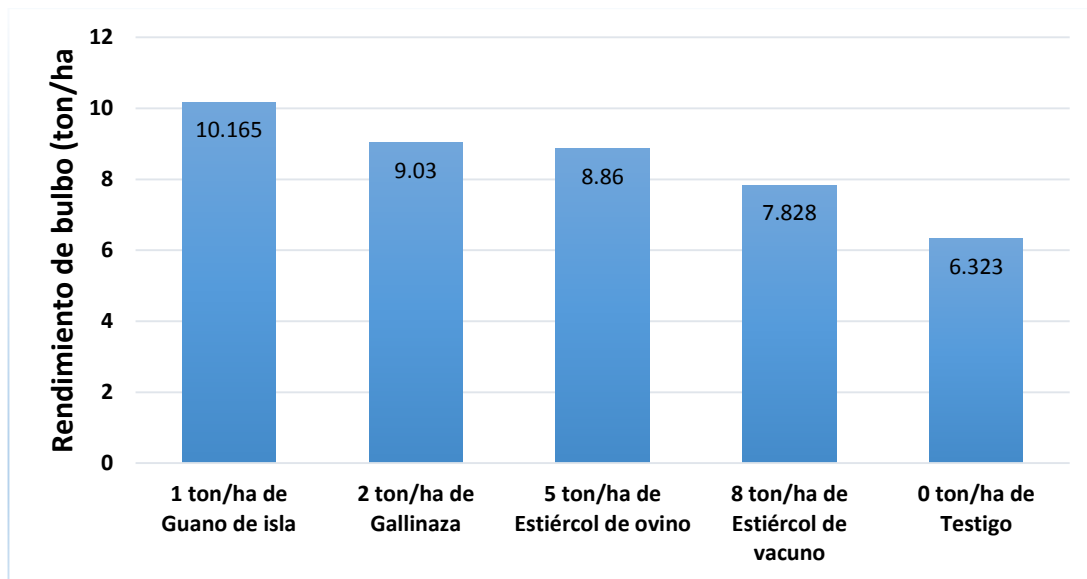
a nitrato que es la forma como las plantas toman mayormente el nitrógeno del suelo lo cual favorece el desarrollo de la planta.

Los bajos rendimiento de bulbo expresados en el tratamiento testigo se deben probablemente a poca fertilidad del suelo ya que el análisis físico químico, reporta un contenido de nitrógeno bajo (0.09%), un contenido bajo de fósforo disponible (5.01 ppm) y un contenido bajo de potasio (88 ppm), siendo estos elementos nutritivos fundamentales que requiere la planta para su crecimiento y desarrollo.

**Tabla 10.** Prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) para el rendimiento (t/ha), por efecto de abonos orgánicos.

Orden de Mérito	Clave	Dosis de abonos orgánicos	Rendimiento de bulbos (Kg/parc)	Rendimiento de bulbos (t/ha)	Tukey ( $P \leq 0.05$ )
Primero	T5	1.2 t/ha de Guano de islas	4.066	10.165	a
Segundo	T4	2 t/ha de Gallinaza	3.612	9.030	a b
Tercero	T3	5 t/ha de Estiércol de ovino	3.544	8.860	b
Cuarto	T2	8 t/ha de Estiércol de vacuno	3.128	7.828	b c
Quinto	T1	0 t/ha de Testigo	2.528	6.323	c

La Figura 3, muestra el rendimiento (t/ha), por orden de mérito a consecuencia, del efecto de los abonos orgánicos, mostrando que los tratamientos con la aplicación de 1 t/ha de guano de islas, rinde 10.165 t/ha; con la aplicación de 2 t/ha de estiércol de gallinaza, rinde un promedio de 9.030 t/ha; con la incorporación de 5 t/ha de estiércol de ovino rinde un promedio de 8.860 t/ha; en tanto, con la incorporación de 8 t/ha de estiércol de vacuno de rinde un promedio de 7.828 t/ha y con respecto al testigo rinde 6.323 t/ha. Lo que podemos indicar que, con la aplicación de guano de islas, los rendimientos se incrementan con más del 60%, con respecto al tratamiento testigo.



**Figura 3.** Rendimiento (t/ha), por efecto de abonos orgánicos

El índice de rendimiento de cebolla, en el presente trabajo de investigación, revela que los tratamientos ensayados bajo condiciones de secano, presentaron un comportamiento heterogéneo entre ellos, básicamente por la incorporación de abonos orgánicos a diferentes dosis, con diferentes fuentes de abonos orgánicos, tales como el guano de islas, gallinaza, estiércol de ovino y estiércol de vacuno, influyeron favorablemente en el rendimiento de la cebolla. En síntesis, el mejor comportamiento fue la aplicación de guano de islas, debido a sus mejores características, conteniendo altos porcentajes de N, P, K y materia orgánica con respecto a gallinaza, estiércol de ovino y estiércol de vacuno, En consecuencia, de acuerdo a los resultados del trabajo de investigación se puede afirmar que el guano de islas, mostro un mejor comportamiento nutricional para el desarrollo de la planta de cebolla.

Los valores de rendimiento de bulbos de cebolla encontrados en el presente trabajo de investigación, son ligeramente inferiores a lo reportado por Blanco (2017), en su trabajo de investigación señala que al aplicar 3 litros por mochila de biol obtuvo mayor peso en rendimiento con un promedio de  $6.68 \text{ kg}/6\text{m}^2$  ( $11\ 125 \text{ kg}/\text{ha}$ ), seguidamente al aplicar 2 litros por mochila de biol obtuvo  $6.18 \text{ kg}/6\text{m}^2$  ( $10\ 300 \text{ kg}/\text{ha}$ ), y el testigo que tuvo menor rendimiento presentó  $4.553 \text{ kg}/6\text{m}^2$  ( $7\ 575 \text{ kg}/\text{ha}$ ), ésta situación se atribuye a que aplicó el biol en forma foliar con varias frecuencias durante el desarrollo del cultivo.

Igualmente, los resultados difieren a lo obtenido, por Mamani (2015), quien al aplicar guano de islas obtuvo un rendimiento de bulbo de  $18\ 846.00 \text{ kg}/\text{ha}$ , con estiércol de ovino

obtuvo 14 665.44 kg/ha, las diferencias se atribuyen a las dosis de aplicación y el tipo de abono orgánico empleado en el cultivo.

Para las condiciones de la región de Puno, en el cultivo de cebolla, Suca (2012), reporta que el margen de producción de bulbos se considera entre 10,000 a 20,000 kg/ha. A pesar de estos valores, en el presente trabajo de investigación se logró 9.611 t/ha de bulbos de cebolla, ligeramente inferior al margen indicado. La disminución de rendimiento de bulbos de cebolla en el presente trabajo de investigación se atribuye a la escasa precipitación pluvial ocurrida en el mes de marzo que solamente logro 18.6 mm durante de mes (ver figura 2), este fue un factor que afecto el proceso de la formación de bulbos de cebolla.

Al respecto, Porcuna, (1992), asevera que la cebolla es una planta que exige humedad debido a su sistema de raíces poco desarrolladas y de poca capacidad de absorción. De igual manera, López, (2013), concluye que los volúmenes de agua de riego afectan los caracteres morfológicos (altura de planta, número de hojas por planta, diámetro de bulbo, longitud de raíz, peso de bulbo y período de cosecha) de las plantas de cebolla, cultivar roja Arequipeña.

#### **4.2. Prendimiento de Plantines**

Los resultados de prendimiento de plántulas de cebolla cultivar “Roja arequipeña” se evaluaron en valores de porcentaje (%); para realizar el análisis de varianza, se realizó la transformación a datos numéricos porcentuales a datos angulares, mediante la siguiente fórmula:  $Y = \arccos(\sqrt{\text{porcentaje}})$ .

La Tabla 11, muestra el análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento de plántulas de cebolla, realizado a los 12 días del trasplante en el campo definitivo del cultivo, en donde, se aprecia que para la fuente de variabilidad bloques, no hay diferencia estadística, lo cual nos indica que los suelos presentaron las mismas características topográficas y edáficas En cambio, para, la fuente de variabilidad tratamientos, muestra una diferencia significativa, lo que nos revela que, la incorporación de abonos orgánicos (guano de islas, estiércol de vacuno, estiércol de ovino y gallinaza), influyen significativamente. El coeficiente de variabilidad (C.V.) fue de 5.1 %, indicando un nivel aceptable de confiabilidad estadística para las condiciones del campo experimental. (Vásquez, 1990).

**Tabla 11.** Análisis de variancia para prendimiento, por efecto de abonos orgánicos

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	3	96.011	32.0037	2.20	3.490	5.950	N.S.
Tratamientos	4	201.145	50.2864	3.46	3.260	5.410	*
Error experimental	12	174.192	14.5159				
Total	19	471.348					
C.V. = 5.1 %	$\bar{X}$ = 92.37						

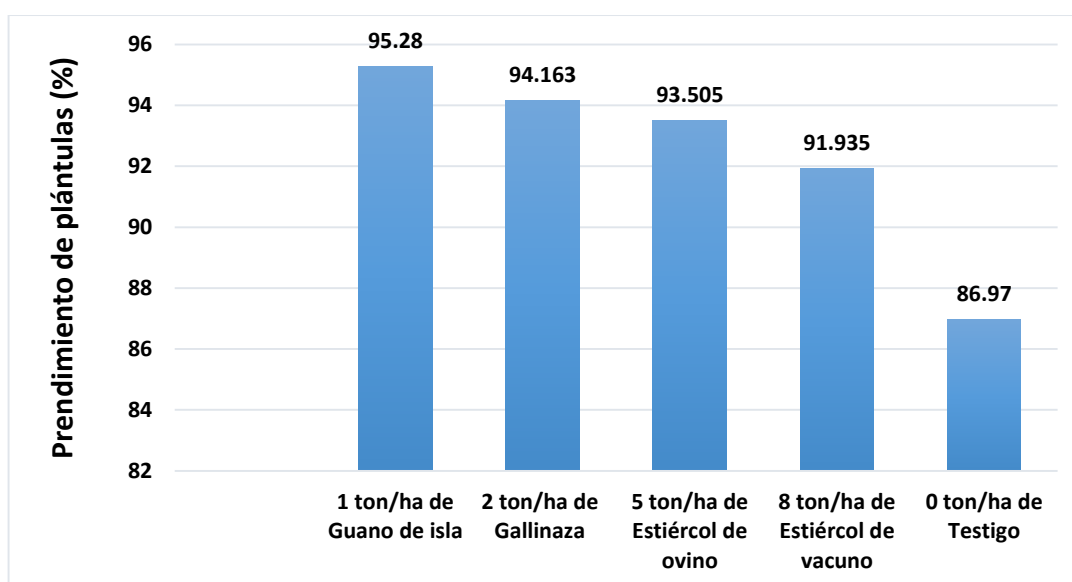
La Tabla 12, muestra la prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para prendimiento de plantines de cebolla por efecto de aplicación de los cuatro tipos de abonos orgánicos, obteniendo el mayor porcentaje de prendimiento en el cultivo de cebolla por el tratamiento (T5): Guano de islas con 95.280 %; El menor porcentaje de prendimiento fue en el tratamiento (T1): Testigo con 86.970 %. Los valores muestran la influencia de los abonos orgánicos en el prendimiento de plantines de cebolla.

En consecuencia, la aplicación de abonos orgánicos en el suelo antes del trasplante fue favorable, pues debido a sus propiedades de absorber el agua y mantener la humedad del suelo, así como mantener la temperatura del suelo, ha reunido mejores condiciones para el prendimiento de los plantines de cebolla. Al respecto, Mosquera, (2010), sostiene que el abono orgánico por su color oscuro absorbe más las radiaciones solares, el suelo adquiere mayor temperatura, lo que le permite absorber con mayor facilidad los nutrientes. También permite mejorar la permeabilidad del suelo ya que influye en el drenaje y aireación de éste.

**Tabla 12.** Prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) para el Prendimiento de plántulas (%), por efecto de abonos orgánicos.

Orden de Merito	Clave	Dosis de abonos orgánicos	Valores Angulares	Prendimiento de plántulas (%)	Tukey ( $P \leq 0.05$ )
Primero	T5	1.2 t/ha de Guano de islas	78.188	95.280	A
Segundo	T4	2 t/ha de Gallinaza	76.443	94.163	a b
Tercero	T3	5 t/ha de Estiércol de ovino	75.825	93.505	a b
Cuarto	T2	8 t/ha de Estiércol de vacuno	73.820	91.935	a b
Quinto	T1	0 t/ha de Testigo	68.950	86.970	b

La Figura 4, muestra gráficamente el porcentaje de prendimiento de plántulas, por orden de mérito mediante el efecto de abonos orgánicos mostrando que los tratamientos con 1 t/ha de guano de islas alcanza un 95.280 % de prendimiento; con la aplicación de 2 t/ha de estiércol de gallinaza fue inferior con 94.163 %, seguido con el tratamiento de 5 t/ha de estiércol de ovino alcanza también un 93.505 % de prendimiento; con la aplicación de 8 t/ha de estiércol de vacuno alcanza un 91.935 % de prendimiento y son superiores proporcionalmente al tratamiento testigo que fue 86.970 % de prendimiento.



**Figura 4.** Prendimiento de plántulas (%), por efecto de abonos orgánicos.

Los resultados obtenidos en la presente investigación sobre la evaluación del porcentaje de prendimiento de plantines, permitió deducir que, la aplicación de abonos orgánicos especialmente el guano de islas o estiércol de ovino o vacuno, no muestran diferencias significativas, pero son superiores al tratamiento testigo.

Al respecto, Ccoscco (2015), manifiesta que para el porcentaje de prendimiento en cebollas no existe significación estadística con el uso de cuatro tipos de abonos orgánicos: humus lombriz, compost, guano islas y estiércol de ovino a dos niveles de abonamiento; pero este comportamiento fue mejor que el testigo. Meléndez, (2002), sostienen que el abono orgánico es fuente importante de micro y macro nutrientes, mejora la capacidad de intercambio de catiónico, aumenta la capacidad del suelo para retener agua finalmente estimula el desarrollo radicular y la actividad de los macro y micronutrientes del suelo, que favorecieron el prendimiento de plántulas de cebolla.

#### 4.3. Altura de planta

La Tabla 13, muestra el análisis de varianza de altura de planta, realizado al momento de la cosecha de cebolla. Los resultados señalan que, para la fuente de variabilidad de bloques, no existe diferencia estadística, es decir, las características topográficas y ambientales del suelo fueron homogéneas en los cuatro bloques. En cambio, para la fuente de variabilidad tratamientos o abonos orgánicos, se encontró una diferencia estadística significativa, lo que se puede manifestar la existencia de algún tratamiento que supera en altura de planta frente a los demás tratamientos. El coeficiente de variabilidad (C.V.) fue de 10.10 %, siendo un valor estadísticamente aceptable para las condiciones de campo. (Vásquez, 1990).

**Tabla 13.** Análisis de variancia de altura de planta, por efecto de abonos orgánicos

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	3	80.084	26.695	1.04	3.490	5.950	N.S.
Tratamientos	4	441.456	110.364	4.32	3.260	5.410	*
Error experimental	12	306.869	25.572				
Total	19	828.409					
C.V. = 10.10 %		$\bar{X} = 50.09$					

La Tabla 14, presenta la prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para el factor altura de planta. En donde, la mayor altura de planta se encontró en el tratamiento (T3): Estiércol de ovino con 57.750 cm/planta, siendo superior, a los demás tratamientos. En cambio, el tratamiento (T1): Testigo obtuvo la menor altura de planta con 43.625 cm/planta.

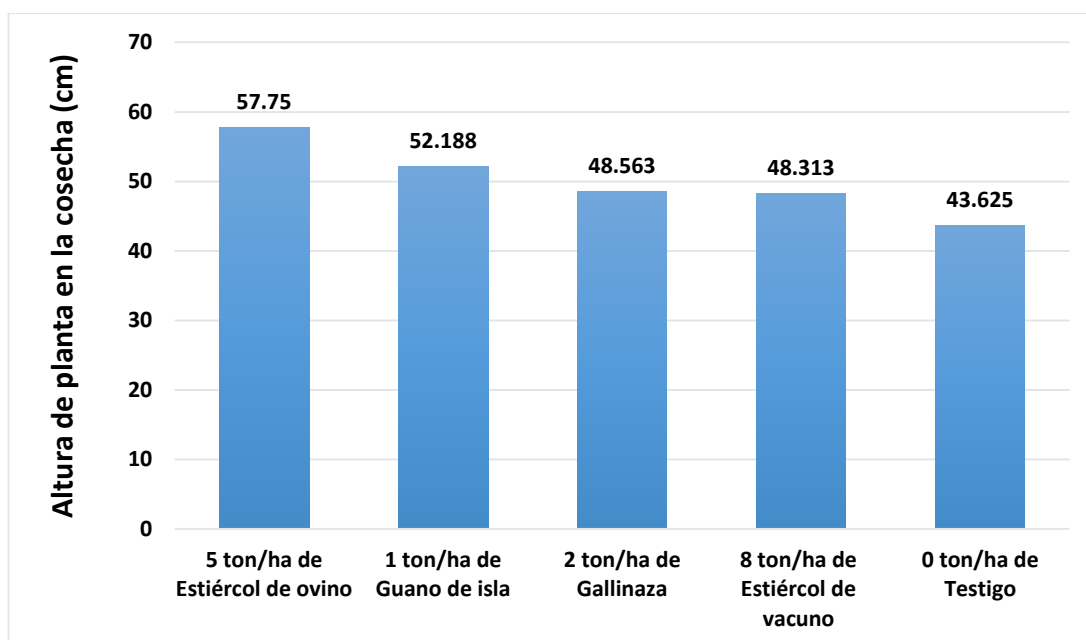
En consecuencia, la aplicación edáfica de los abonos orgánicos, ha influido en el crecimiento de la planta, manifestándose con un incremento de más del 32% de altura de planta frente al tratamiento testigo la mayor altura de planta con el tratamiento de estiércol de ovino se puede atribuir. Según Mamani (1996), a que el estiércol tiene la capacidad de incrementar la retención de humedad en el suelo y la mejora la actividad micro biológica lo cual favorece la disponibilidad de elementos nutritivos y su absorción por las raíces de la planta para su desarrollo vegetativo.

**Tabla 14.** Prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) para altura de la planta en la cosecha, por efecto de abonos orgánicos

Orden de Merito	Clave	Dosis de abonos orgánicos	Altura de planta en la cosecha (cm)	Tukey ( $P \leq 0.05$ )
Primero	T3	5 t/ha de Estiércol de ovino	57.750	A
Segundo	T5	1.2 t/ha de Guano de islas	52.188	a b
Tercero	T4	2 t/ha de Gallinaza	48.563	a b
Cuarto	T2	8 t/ha de Estiércol de vacuno	48.313	a b
Quinto	T1	0 t/ha de Testigo	43.625	b

La Figura 5, muestra las diferencias numéricas de altura de planta de cebolla por orden de mérito alcanzado. Donde se observa que, el tratamiento con 5 t/ha de estiércol de ovino se logró una altura de planta de 57.760 cm; seguido con el tratamiento de 1 t/ha de guano de islas donde se logró 52.188 cm de altura de planta; luego con el tratamiento de 2 t/ha de estiércol de gallina se logró una altura de planta de 48.563 cm; casi similarmente con el tratamiento de 8 t/ha de estiércol de vacuno se logra una altura de planta de 48.313 cm y finalmente con el tratamiento testigo se logró una altura de planta de solamente 43.625 cm/planta.





**Figura 5.** Altura de la planta en la cosecha (cm), por efecto de abonos orgánicos

Al respecto Mamani (2015), manifiesta que al aplicar guano de islas obtuvo mayor altura de planta de 85.11 cm, con el estiércol de ovino obtuvo 75.84 cm las diferencias se deben a la dosis del tipo de abono orgánico aplicado al cultivo. Los abonos orgánicos de color oscuro, absorben más las radiaciones solares con lo que el suelo adquiere más temperatura y se puede absorber con mayor facilidad los nutrientes.

Los resultados obtenidos son respaldados por Blanco, (2017), quien al aplicar 3 litros/mochila de biol obtuvo mayor altura de planta con promedio de 68.07 cm, seguido por 2 litros/mochila de biol con 62.76 cm. de altura de planta. Además, Mamani (2015), en su ensayo al aplicar guano de isla tuvo una altura de planta de 85.11 cm, con estiércol de ovino obtuvo 75.84 cm, las diferencias se deben a la dosis del tipo de abono orgánico aplicado al cultivo de cebolla.

#### 4.4. Diámetro Ecuatorial del bulbo

La Tabla 15, muestra el análisis de varianza para el diámetro ecuatorial del bulbo realizado al momento de la cosecha; el análisis estadístico indica que para la fuente de variabilidad bloques, no existe diferencia significativa, es decir, las características del suelo fueron homogéneas para todos los bloques. Sin embargo, para la fuente de variabilidad tratamientos, se encontró una diferencia estadística altamente significativa, lo cual nos indica que algún tipo de abono orgánico aplicado al cultivo, ha influido en el

mejor desarrollo del diámetro ecuatorial del bulbo de cebolla. Asimismo, el coeficiente de variabilidad (C.V.) fue de 10.73%, cuyo valor nos indica niveles aceptables de confiabilidad estadística. (Vásquez, 1990).

**Tabla 15.** Análisis de variancia del diámetro ecuatorial, por efecto de abonos orgánicos.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	3	2.4668	0.8223	3.27	3.490	5.950	N.S.
Tratamientos	4	6.1489	1.5372	6.11	3.260	5.410	**
Error experimental	12	3.0212	0.2518				
Total	19	11.6369					
C.V. = 10.73 %		$\bar{X} = 4.67$					

La Tabla 16, muestra la prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para el diámetro ecuatorial del bulbo de cebolla. Donde se puede observar que el mayor diámetro ecuatorial (cm/planta) del cultivo de cebolla por efecto de la incorporación de los abonos orgánicos fue con el tratamiento (T5): Guano de islas con 5.595 cm/planta, siendo este superior a los demás tratamientos. El menor diámetro ecuatorial del bulbo de cebolla fue el tratamiento (T1): Testigo con 3.947 cm/planta.

**Tabla 16.** Prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) para el diámetro ecuatorial (cm/planta), por efecto de abonos orgánicos.

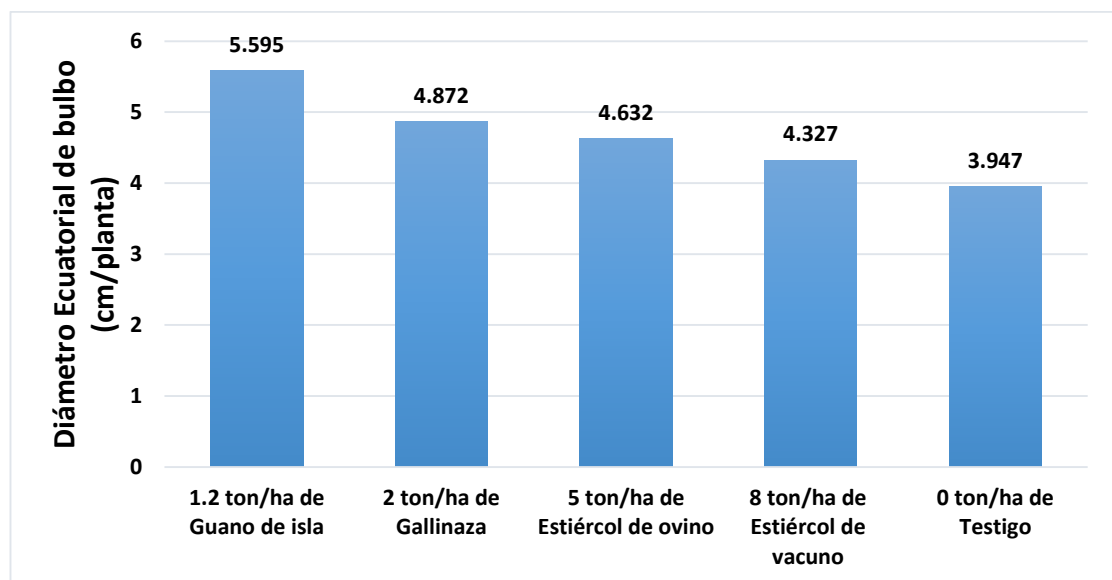
Orden de Merito	Clave	Dosis de abonos orgánicos	Diámetro ecuatorial de bulbo (cm/planta)	Tukey ( $P \leq 0.05$ )
Primero	T5	1.2 t/ha de Guano de islas	5.595	a
Segundo	T4	2 t/ha de Gallinaza	4.872	a b
Tercero	T3	5 t/ha de Estiércol de ovino	4.632	a b
Cuarto	T2	8 t/ha de Estiércol de vacuno	4.327	b
Quinto	T1	0 t/ha de Testigo	3.947	b

El mayor diámetro ecuatorial en el bulbo de cebolla se encontró al aplicar guano de islas, esto es probablemente al mejor desarrollo de los tejidos como efecto de la disponibilidad de los elementos nutritivos, tal como lo afirma Mamani (2001), indicando que el guano de isla presenta una riqueza en nutrientes como nitrógeno, fosforo, potasio, calcio,

magnesio, azufre hierro, zinc, cobre y manganeso; es decir el guano de isla contiene los macro y micronutrientes que la planta necesita para su desarrollo vegetativo.

Al respecto, PRO ABONOS (2008), reporta que el guano de islas es biodegradable, completa su proceso de mineralización en el suelo transformándose al humus, luego se mineraliza liberando nutrientes a través de un proceso microbiológico y que las plantas lo pueden absorber para su beneficio. Asimismo, López, (2013), sostiene que el mejor desarrollo del bulbo depende del fotoperiodo, temperatura y abono nitrogenado; en este caso, el guano de isla en su composición química presenta buenos valores del elemento nitrógeno, por lo que se atribuye al mejor desarrollo de los bulbos.

La Figura 6, muestra el diámetro ecuatorial del bulbo de cebolla (cm/planta), por orden de mérito mediante el efecto de la aplicación de abonos orgánicos al suelo; la gráfica muestra que el tratamiento con 1 t/ha de Guano de islas genero al mayor diámetro ecuatorial de bulbo con 5.595 cm, luego en orden de importancia de sigue el tratamiento 2 t/ha de Estiércol de gallina con 4.872 cm; continua el tratamiento 5 t/ha de Estiércol de ovino con 4.632 cm, le sigue el tratamiento 8 t/ha de Estiércol de vacuno con 4.327 cm y el menor diámetro ecuatorial en el bulbo de cebolla se encontró en el tratamiento Testigo con 3.947 cm.



**Figura 6.** Diámetro ecuatorial del bulbo de cebolla por efecto de abonos orgánicos.

Los resultados encontrados en el presente trabajo de investigación en relación al diámetro ecuatorial de bulbos de cebolla (5.638 cm/planta) son ligeramente superiores a lo reportado por Mamani (2015), que al aplicar guano de islas encontró el mayor diámetro ecuatorial con 7.01 cm/planta, esta superioridad se atribuye a que además de abono guano de isla aplico una fertilización fraccionada de nitrógeno complementariamente.

De igual manera, los resultados del presente trabajo de investigación, presenta valores ligeramente superiores y casi similares a lo encontrado por Blanco (2017), en condiciones del Centro de Investigación y Producción Camacani - Puno señalando que el mayor diámetro ecuatorial de bulbo osciló de 6.93 a 5.03 cm/planta, este es al aplicar biol a una dosis de 3 litros por mochila y a 2 litros por mochila respectivamente con una frecuencia de tres aplicaciones foliares durante el desarrollo del cultivo.

#### 4.5. Diámetro apical

La Tabla 17, expresa el análisis de varianza para el diámetro apical de bulbo de cebolla, realizado en la cosecha. Los resultados muestran que para la fuente de variabilidad bloques, no existe diferencia estadística significativa, es decir, las características físicas y químicas del suelo fueron homogéneas en todos los bloques. En cambio, para la fuente de variabilidad tratamientos, se encontró una diferencia estadística altamente significativa, lo cual denota que algún tipo de abono orgánico aplicado al cultivo, ha influido en el mejor desarrollo del diámetro apical de la planta. El coeficiente de variabilidad (C.V.) fue de 11.09 % indicando valores aceptables de confiabilidad estadística (Vásquez, 1990).

**Tabla 17.** Análisis de variancia del diámetro apical, por efecto de abonos orgánicos.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	3	0.6703	0.2234	0.64	3.490	5.950	N.S.
Tratamientos	4	10.6419	2.6605	7.58	3.260	5.410	**
Error experimental	12	4.2105	0.3509				
Total	19	15.5227					
C.V. = 11.09 %			$\bar{X} = 5.34$				

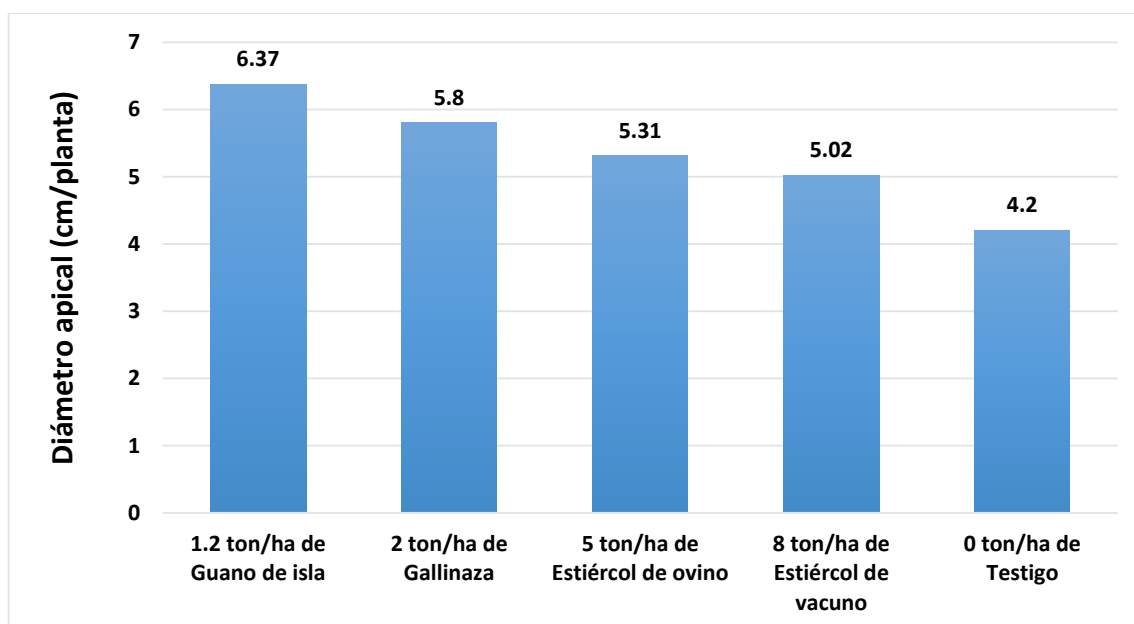
La Tabla 18, muestra la prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para el diámetro apical de los bulbos, obteniendo el mayor diámetro apical del cultivo de cebolla por efecto de la aplicación de los abonos orgánicos el tratamiento (T5): Guano de islas con 6.37 cm pero es estadísticamente igual al tratamiento (T4): Estiércol de gallina con 5.80 cm, el tratamiento (T3): Estiércol de ovino con 5.31 cm. El menor diámetro apical fue en el tratamiento (T1): Testigo con 4.20 cm. En consecuencia, la incorporación de abonos orgánicos al cultivo de cebolla, se expresa con mejores dimensiones del diámetro apical, frente al tratamiento testigo.

Al respecto, Garcidueñas, (1993), señala que los bulbos se forman por alargamiento de las células de la hoja base, donde se depositan los hidratos de carbono, entonces una mayor eficiencia fotosintética y una mayor disponibilidad de nutrientes, existe una mayor síntesis biológica de hidratos de carbono.

**Tabla 18.** Prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) para el diámetro apical (cm/planta), por efecto de abonos orgánicos

Orden de Merito	Clave	Dosis de abonos orgánicos	Diámetro apical (cm/planta)	Tukey ( $P \leq 0.05$ )
Primero	T5	1.2 t/ha de Guano de islas	6.37	a
Segundo	T4	2 t/ha de Gallinaza	5.80	a b
Tercero	T3	5 t/ha de Estiércol de ovino	5.31	a b c
Cuarto	T2	8 t/ha de Estiércol de vacuno	5.02	b c
Quinto	T1	0 t/ha de Testigo	4.20	c

La Figura 7, muestra el diámetro apical del bulbo de la cebolla (cm/planta), por orden de mérito mediante el efecto de abonos orgánicos mostrando que el tratamiento con 1 t/ha de Guano de islas el diámetro apical fue 6.37 cm; con el tratamiento 2 t/ha de Estiércol de gallina, el diámetro apical del bulbo fue 5.80 cm; con el tratamiento 5 t/ha de Estiércol de ovino el diámetro apical fue 5.31 cm y con tratamiento 8 t/ha de Estiércol de vacuno el diámetro apical fue 5.02 cm y con respecto al tratamiento Testigo el diámetro apical fue 4.20 cm respectivamente.



**Figura 7.** Diámetro apical (cm/planta), por efecto de abonos orgánicos

El índice de diámetro apical del cultivo de cebolla, evaluado desde la base hasta el extremo final del bulbo, en el presente trabajo de investigación de los tratamientos aplicados con abonos orgánicos fueron similares a lo reportado por Quispe (2017), quien manifiesta que el efecto de abonos orgánicos en el diámetro apical del bulbo de la cebolla muestra T3: Estiércol de gallina con 6.47 cm, T1: Estiércol de Vacuno con 6.18 cm, T4: Compost con 6.06 cm, T2: Estiércol de ovino con 6.18 cm y T0: Testigo con 5.74 cm respectivamente. Obteniendo un mayor resultado con el estiércol de gallina.

#### 4.6. Porcentaje de humedad y materia seca del bulbo

En la tabla 19, se aprecia los resultados del análisis bromatológico a que fueron sometidas las muestras de cebolla cultivar roja arequipeña con los respectivos tratamientos en estudio, con la finalidad de conocer el contenido de la humedad y la proporción de materia seca en el bulbo de cebolla, cuyos valores fueron analizados de acuerdo al informe de ensayo bromatológico emitido por el laboratorio de Pastos y Forrajes, de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

En dicha Tabla (19), se aprecian en las muestras analizadas, obteniendo el porcentaje de humedad y materia seca, del cultivo de cebolla por efecto de la aplicación de los abonos orgánicos; tal es, así que el tratamiento (T5): Guano de islas presentó 91.86 y 8.14 % de humedad y materia seca respectivamente: el tratamiento (T4): estiércol de gallina

presentó un valor de 91.31 y 8.69 % de humedad y materia seca respectivamente; el tratamiento (T3): estiércol de ovino presentó 91.69 y 8.31 % de humedad y materia seca respectivamente; el tratamiento (T2): estiércol de vacuno presentó 91.60 y 8.40 % de humedad y materia seca respectivamente; y el tratamiento (T1): testigo presentó 92.17 y 7.83 % de humedad y materia seca respectivamente. En este análisis se puede notar que la aplicación de abonos orgánicos al suelo como medida de abonamiento, en todos los tratamientos presentaron mejores valores de materia seca, es decir con el mayor contenido de elementos nutritivos; en cambio en el tratamiento testigo, se encontró un mayor contenido de humedad y menores valores de materia seca.

**Tabla 19.** Análisis de humedad y materia seca de muestras de cebolla cultivar Roja arequipeña

Clave de Campo	Dosis de abonos orgánicos	Humedad (%)	Materia Seca (%)
T1	0.00	92.17	7.83
T2	8 t/ha	91.60	8.40
T3	5 t/ha	91.69	8.31
T4	2 t/ha	91.31	8.69
T5	1.2 t/ha	91.86	8.14

Fuente: Laboratorio de Pastos y Forrajes, de la FCA de la UNA – Puno, 2019.

En síntesis, se puede afirmar, que el abonamiento con guano de islas, fue el abono orgánico de mejor eficiencia para el desarrollo productivo en el cultivo de la cebolla cultivar roja arequipeña ya que mejoró notablemente los rendimientos del bulbo con mejores proporciones de materia seca en sus tejidos vegetales significando un mejor contenido de nutrientes en relación al tratamiento testigo; esto es, probablemente a que el guano de islas, en su composición química presenta una variabilidad de los elementos nutritivos para la planta, lo cual incrementa la capacidad de intercambio catiónico, haciendo disponible para la absorción a través de las células radiculares; además contienen hongos que descomponen la materia orgánica y bacterias nitrificantes del grupo nitrosomas que transforman el amonio en nitrito y el grupo nitro bacterias que oxidan el nitrito en nitrato, que es la forma biológica como las plantas absorben mayormente el elemento nitrógeno del suelo.

En consecuencia, una alternativa para la producción agroecológica de hortalizas en la región de Puno, particularmente para la producción de cebolla a nivel de huerto, es la aplicación del guano de islas, siendo este producto de origen natural y ecológico que no contamina al suelo agrícola, ni al medio ambiente.



## V. CONCLUSIONES

A partir de los resultados del trabajo, se concluye que:

- El mayor rendimiento se logró con el tratamiento T5: 1.2 t/ha de guano de islas con 10.165 t/ha; siendo superior al T1: testigo fue obtuvo 6.323 t/ha.
- El mayor porcentaje de prendimiento de plántulas se obtuvo con el tratamiento T5: 1.2 t/ha guano de islas con 95.28% y el más bajo prendimiento con el tratamiento testigo T1: con 86.97% y la mayor altura de planta se presentó en el tratamiento T3: 5 t/ha estiércol de ovino con 57.75 cm, siendo superior al tratamiento T1: Testigo con 43.63cm.
- El mayor diámetro ecuatorial de bulbos se encontró en el tratamiento T5: 1.2 t/ha de guano de islas con 5.59 cm, siendo superior al T1: testigo con 3.94cm. El mayor diámetro apical se encontró en los tratamientos T5: 1.2 t/ha de Guano de islas con 6.37 cm, siendo superior al tratamiento T1: Testigo con 4.20 cm.

## VI. RECOMENDACIONES

- Con fines de obtener mayores rendimientos en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L. cv. Roja arequipeña), se recomienda abonar con guano de islas a una dosis de 1.2 t/ha.
- Para un mayor prendimiento en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L. cv. Roja arequipeña), se recomienda abonar se recomienda abonar con guano de islas a una dosis de 1.2 t/ha.
- Para altura de planta en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L. cv. Roja arequipeña), se recomienda abonar se recomienda abonar con guano de ovino a una dosis de 2.00 t/ha.
- Para obtener los bulbos de cebolla (*Allium cepa* L. cv. Roja arequipeña) con los mejores diámetros ecuatoriales y apicales se recomienda abonar se recomienda abonar con guano de islas a una dosis de 1.2 t/ha.
- Se recomienda determinar la cantidad de abono a aplicar teniendo en cuenta los requerimientos nutritivos de cultivo y el contenido de nutrientes existentes en el suelo, para luego efectuar los cálculos y deducciones para establecer la cantidad exacta de abonos a aplicar al cultivo.
- Se recomienda excluir el tratamiento pre fermentativo de la gallinaza, debido a las fuertes emanaciones volátiles de sus componentes químicos en el medio ambiente.
- Se recomienda realizar trabajos de investigación aplicando diferentes abonos orgánicos y en otros cultivos hortícolas con la finalidad de promover la agricultura orgánica.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA, A., 1993. *Manual de producción de semillas hortícolas*. Primera edición  
Mendoza, Buenos Aires.
- ADAY, B., 2015. *Manual de Abonos*. Accedido el 01 de mayo del 2019, disponible en:  
<https://www.lahuertinadeton.es/diferentes-estiercoles-y-sus-ventajas/>.
- AGROALDIA, 2014. *Rendimiento de la cebolla en la región de Puno en el periodo 2003-2013*. Informe MINAG-OEEE. Recuperado de web:  
<http://agroaldia.minagri.gob.pe/sisin/clients/siembraterritorio/Puno>.
- AGRORURAL, 2013. *Guano de las islas mejorando tu suelo mejoras tu cosecha*. Boletín informativo. Lima, Perú.
- AMAYA, J y MENDEZ, E. 2013. *Respuesta de niveles crecientes de NK en la producción de cebolla (Allium cepa L.) var. "Roja arequipeña"*. Scientia agropecuaria. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Trujillo. Perú.
- ANCULLE, A., 1992. *Caracterización y evaluación de la cebolla, (Allium cepa L.) var. Cepa, cv. Roja arequipeña, mediante el uso de descriptores*. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en la Especialidad de Mejoramiento Genético de Plantas. Escuela de Postgrado. Universidad Agraria la Molina. Lima, Perú.
- ANTÚNEZ de MAYOLO, 1984. *Fertilizantes agrícolas en el antiguo Perú*. Pontificia en Universidad Católica del Perú. Lima – Perú.
- BLANCO, E., 2017. *Efecto de tres dosis de Biol en el cultivo de cebolla (Allium cepa L.) en el Centro de Investigación y Producción – Camacani*. Tesis. Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- BRECHELT, A., 2004. *Manejo Ecológico del Suelo*. Fundación Agricultura y Medio Ambiente (FAMA). República Dominicana.
- BREWSTER, J., 1994. *Onions and other vegetable alliums*. Horticultural Research international. Wellesbourne, United Kingdom. USA.

- CARI, A., LAURA, F., CALSIN, A., y FERNÁNDEZ, M., 2001. *Seguimiento y mantenimiento de la fertilidad del suelo en el agroecosistema de waru waru*. PELT-PIWA. Puno, Perú.
- CATACORA, E., 1997. *Producción de cebolla dulce para exportación*. Curso regional. Chimbote, Perú.
- CORRALES, E., 1999. *La Cebolla: Aspectos de su cultivo en el país*. Boletín N°52. Estación Experimental Agrícola La Molina. Ministerio de Agricultura. Lima – Perú.
- CCOSCCO, F., 2015. *Efecto de tres abonos orgánicos sólidos en la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Capitata en la comunidad de Cconchacalla - distrito y provincia de Anta – región Cusco*. Tesis. Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ingeniería de la Universidad José Carlos Mariátegui. Moquegua, Perú.
- CRUZ, P.J., 2010. *Niveles de estiércol de lombriz y densidad de siembra en almácigos de cebolla (*Allium cepa* L.) en cajonera de huerto familiar*. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- DIRECCIÓN GENERAL DE COMPETITIVIDAD AGRARIA, DGCA., 2013. *Principales Aspectos Agroeconómicos de la Cadena Productiva de Cebolla*. Documento informativo. Centro de documentación agraria-CENDOC. 1ra edic. Lima, Perú.
- DRA, 2014. *Cedula de principales cultivos de la región de Tacna*. Recuperado en: <http://www.agritacna.gob.pe/>
- ENCICLOPEDIA AGROPECUARIA, 2001. *Producción agrícola 2da edición Terranova*. Barcelona, España.
- ESTRADA, M., 2005. *Manejo y procesamiento de la gallinaza*. Revista Lasallista de investigación. Antioquia, Colombia.
- FAO, 2012. *Aumenta la exportación de cebollas en Perú*, organización las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Lima, Perú.

- GOMERO, L. y VELASQUEZ, H., 1999. *Manejo Ecológico de suelos: Conceptos, Experiencias y Técnicas*. Ed. RAAA. Lima- Perú.
- GRANBERRY, D. y TERRY, K., 2000. *Dry Bulb Onions, Commercial Vegetable Production*. Georgia University. USA
- GARCIDUEÑAS, M. 1993. *Control hormonal del desarrollo de las plantas*. 2da edición LIMUSINA. México.
- HARTMAN, H. y KESTER., 1997. *Propagación de plantas*. Editorial Continental, México.
- HERNÁNDEZ, J.D., 2014. *Influencia de una fertilización NPK y tres abonos orgánicos en la producción de cebolla (*Allium cepa* L.)*. “SIVAN” en el valle de Chao – La Libertad. Tesis de ingeniero agrónomo. Trujillo, Perú.
- HERRERA, A., 2003. *Curso taller sobre elaboración de Biol con participación de familias conservacionistas de Capachica. Proyecto CIED-Puno*, Programa de CBDC. Puno, Perú.
- INIA, 2005. *Tecnología de los Abonos Orgánicos*. Boletín informativo, Instituto Nacional de Innovación Agraria. Puno, Perú.
- LABRADOR, J. 2001. *La materia orgánica en los agroecosistemas*, Segunda Edición. Prensa, México.
- LOPEZ, C., 2013. *Respuesta agromorfológica y fisiológica de la cebolla (*Allium cepa* L.) al estrés hídrico controlado*. Tesis. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela Académico Profesional de Agronomía. Especialidad de Agronomía. Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica, Perú.
- MAMANI, J. M., 2015. *Producción de cebolla (*Allium cepa* L.) con abonamiento orgánico y aplicación complementaria con nitrógeno en el altiplano - Puno*. Tesis. Escuela Profesional de Ingeniería agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- MAMANI, E., 2001. *Materia orgánica y producción de abonos orgánicos para la agricultura ecológica*. Taller de la unidad de publicaciones. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.

- MAMANI, C., 1996. *Evaluación de la productividad forrajera de cultivares de avena (Avena sativa L.) asociada con Vicia (Vicia sp) Tesis*. Escuela profesional de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- MAROTO, B. J., 1995. *Horticultura herbácea especial*. 4ta Edición. Ediciones Mundi Prensa, Barcelona, España.
- MELLENDEZ, G., 2002. *Conociendo los abonos orgánicos*. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo ACCS/CIA-CATIE. Costa Rica.
- MENDEZ, M y VITERI, S. 2007. *Alternativas de bio fertilización para la producción sostenible de cebolla de bulbo (Allium cepa L.) en Cucaita-Boyaca*. Programa de maestría en desarrollo rural. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Colombia.
- MONTAS, F., 1989. *Cultivo de la cebolla*. Fundación de desarrollo agropecuario. INC-FDA. Serie cultivos. Santo Domingo, República Dominicana.
- MORALES, A 2013. *El estiércol*. Consultado el 3 de febrero del 2015. Disponible en: <http://www.enbuenasmanos.com/articulos/muestra.asp/art=2685>
- MOREIRA, A. y HURTADO, G., 2003. *Cultivo de la cebolla*. Guía técnica. Centro Nacional de Tecnología agropecuaria y forestal. El Salvador. Recuperado de <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20cebolla%202003.pdf>.
- MORENO, R. 2000. *Guano de islas: Recurso natural renovable*. Tercera edición. RAAA, Lima, Perú. 16 p.
- MORIYA, K., 2015. *Suplemento rural. Gallinaza como fertilizante*. (Consultado en diciembre 2018). Recuperado en: <http://archivo.abc.com.py/suplementos/rural/articulos.php?pdf>.
- MOSQUERA, B., 2010. *Abonos orgánicos. Protegen el suelo y garantizan alimentación sana*. Edición FONAG. – USAID. Quito, Ecuador.

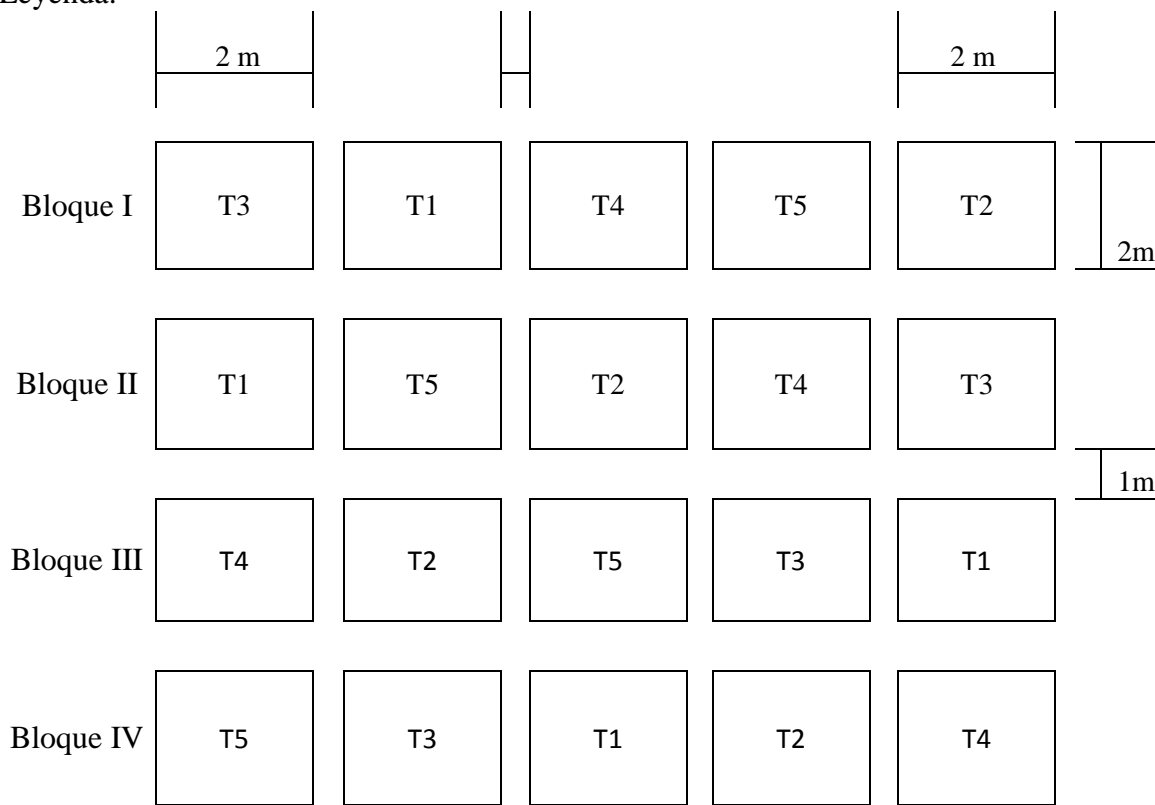
- NICHO, P., 2010. *Cultivo de cebolla roja. Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria Estación Experimental Donoso – Huaral. Proyecto de Hortalizas*. Lima, Perú.
- PEÑA, C, AÑEZ, B y DAVILA, M. 1999. *Respuesta de la cebolla (*Allium cepa* L.) a la aplicación de azufre, magnesio, zinc y boro en un suelo alcalino*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.
- PROABONOS, 2008. *Proyecto especial de nutrición y aprovechamiento de abonos de procedencia de Aves Marinas*. Lima, Perú.
- PORCUNA, J. 1992. *Manejo integrado de la cebolla (*Allium cepa* L.)*. España. Consultado 25 marzo 2019. Disponible virtualmente en: <http://www.ruralcat.net/ruralcatApp/transftec/HORTICOLES/03hor01.pdf>
- QUISPE, M. 2017. *Influencia de cuatro fuentes de materia orgánica en el rendimiento de la cebolla (*Allium cepa* L.) Var. Roja Ilabaya en el centro experimental Agrícola III Los Pichones – Tacna*. Tesis. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. FCA. Escuela Profesional de Agronomía. Tacna, Perú.
- ROSERO, R., 2012. *Respuesta del cultivo de cebolla roja (*Allium cepa* L.) a la aplicación de tres tipos de abonos orgánicos en la parroquia Imantag, provincia de Imbabura*. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. El Ángel Carchi, Ecuador. Página web: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/686/6/T-UTB-FACIAG-AGR-000068.pdf>
- ROTHMAN, S. y DONDO, G., 2008. *Cebolla (*Allium cepa* L.)*. Cátedra de horticultura. Departamento producción vegetal. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Entre Ríos. Argentina.
- SÁNCHEZ, C., 2004. *Cultivo y comercialización de Hortalizas*. Ediciones Ripalme E.I.R.L. Colección Granja y negocios. Lima, Perú.
- SÁNCHEZ, C., 2003. *Abonos orgánicos*. Lombricultura. Ripalme. Bolivia.
- SOLANO, M., 2017. *Taxonomía Vegetal*. Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.

- SUCA, A., 2012. *Curso de cultivo de hortalizas. Departamento Académico de Agricultura.* Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- TERRANOVA, 1995. *Producción Agrícola 2.* Editorial Terranova. Bogotá, Colombia.
- TINEO, A., 2009. *Aplicación de roca fosfórica y diatomita incubadas en una solución de microorganismos, en el rendimiento de tomate (*Lycopersicon esculentum* L.).* IIFCA. Edición UNSCH. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú.
- TRINIDAD, A., 2012. *Abonos orgánicos.* SAGARPA. Secretaria de agricultura, ganadería, pesca y alimentación. México
- TRINIDAD, A.; AGUILAR, D., 2000. *Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos.*
- TORTOSA, G., 2014. *Estiércol de gallina.* Consultado el 25 de marzo del 2019. Disponible en:  
<http://www.compostandociencia.com/2013/06/gallinazahtml/>
- VALDEZ, A. 1994. *Producción de Hortalizas. Grupo Noriega.* Editorial Limusa S.A. de C.V. México.
- VASQUEZ, V. 1990. *Experimentación agrícola.* Editorial Amaru. Lima, Perú.
- VILA, C. 2017. *Producción de cebolla (*Allium cepa* L.) en tres densidades de siembra y con cuatro fuentes de materia orgánica.* Línea de investigación horticultura. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela Académica Profesional de Agronomía. Universidad Nacional de Huancavelica. Perú.



VIII. ANEXOS

Leyenda:



- T1= Tratamiento testigo
- T2= Tratamiento Estiércol de Vacuno
- T3= Tratamiento Estiércol de Ovino
- T4= Tratamiento Gallinaza
- T5= Tratamiento Guano de Isla

**Figura 8.** Croquis del diseño experimental

## PANEL FOTOGRAFICO



**Figura 9.** Preparación para la pre fermentación de los abonos orgánicos, el 20 de noviembre 2018



**Figura 10.** Selección de plantines para el trasplante, el 21 de diciembre 2018





**Figura 11.** Preparación y marcado del terreno, el 22 de diciembre 2018



**Figura 12.** Aplicación de abonos orgánicos, el 22 de diciembre 2018.



**Figura 13.** Trasplante de plantines de cebolla por tratamiento, el 22 de diciembre 2018



**Figura 14.** Evaluación de prendimiento de plantines a 12 días del trasplante, el 03 de enero del 2019





**Figura 15.** Evaluacion de altura de planta, el 06 de abril del 2019



**Figura 16.** Cosecha de cebolla, el 05 de mayo del 2019

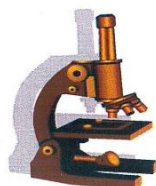


**Figura 17.** Pesado de muestra de bulbo para análisis bromatológico, el 08 de mayo de 2019



**Figura 18.** Evaluación de análisis bromatológico de la materia seca, el 11 de mayo del 2019





**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA**  
**LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS**



**ANÁLISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS**

PROCEDENCIA : C.C VILLA SICATA DEL CENTRO POBLADO DE PHARATA DISTRITO DE ILAVE  
 PROVINCIA DEL COLLAO  
 INTERESADO : ULISES KIMPER LIMA ENCINAS  
 MOTIVO : ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO  
 MUESTREO : 02/01/2019  
 ANÁLISIS : 02/01/2019  
 LABORATORIO : Agua y Suelo FCA – UNA

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANÁLISIS MECANICO			CLASE TEXTURAL	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup> %	M.O. %	N. TOTAL %
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %				
01	VILLA SICATA – ILAVE	68.00	18.00	14.00	Franco arenoso	0.00	3.15	0.09

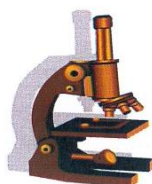
# ORD	pH	C.E. mS/cm	C.E. (e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100 g	S.B. %
				P ppm	K ppm	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>		
						me/100 g suelo						
01	7.50	0.45	2.25	5.01	88	NC	NC	NC	NC	0.00	NC	NC

FArA = Franco arcillo arenoso  
 Ar = Arcilloso  
 FAra = Franco arcillo arenoso  
 CIC= Capacidad Intercambio Cationico  
 N = Nitrógeno total  
 K<sup>+</sup> = Potasio cambiabile  
 A= Arena  
 Ca<sup>2+</sup>= Calcio cambiabile  
 Na<sup>+</sup>= Sodio cambiabile  
 CO<sub>3</sub><sup>=</sup> = Carbonatos  
 me = miliequivalente.

FAr = Franco arcilloso  
 M.O.=Materia orgánica  
 P = Fósforo disponible  
 K = Potasio disponible  
 C.E. = Conductividad eléctrica  
 SB = Saturación de bases  
 Mg<sup>2+</sup> = Magnesio cambiabile  
 mS/cm = milisemens por centímetro  
 C.E.(e) = Conductividad eléctrica del extracto  
 Al<sup>3+</sup> = Aluminio cambiabile  
 NC= No corresponde

Ing. M.Sc. Daniel Canaza Mamani  
 ANALISTA DE LAB. CONTROL DE CALIDAD DE AGUAS  
 PLANTAS, BIOTECNOLOGÍA DE ALIMENTOS Y FERTILIZANTES

Ing. M.Sc. Daniel Canaza Mamani  
 JEFE DEL LABORATORIO DE AGUAS, SUELOS Y PLANTAS



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**  
**LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS**



**RESULTADO DE ANÁLISIS**

**ASUNTO: ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE ABONO DE VACUNO, ABONO DE OVINO Y GALLINAZA**

PROCEDENCIA : C.C VILLA SICATA DEL CENTRO POBLADO DE PHARATA DISTRITO DE ILAVE PROVINCIA DEL COLLAO  
 USUARIO : ULISES KIMPER LIMA ENCINAS  
 MOTIVO : ANALISIS FÍSICO-QUÍMICO  
 FECHA RECEPCION : 02/01/2019  
 LABORATORIO : AGUA Y SUELO FCA – UNA  
 TOTAL DE MUESTRAS: 03 MUESTRAS

**CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:**

ELEMENTOS ANALIZADOS	ABONO DE VACUNO	ABONO DE OVINO	GALLINAZA
pH	8.90	9.20	8.60
C.E. mS/cm.(Relac. 2.5:25ml)	6.80	6.95	7.05
Nitrógeno total (% de N)	1.40	1.59	1.70
Fósforo total (% de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.62	0.70	0.75
potasio total (% de k)	0.69	0.73	0.80
Materia orgánica (M.O)	60.01	60.55	60.70

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
 LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS  
 PUNO - PERU

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
 LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS  
 PUNO - PERU  
 Ing. M.Sc. Daniel Canaza Mamani  
 JEFE DEL LABORATORIO DE AGUAS, SUELOS Y PLANTAS





**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica**  
**LABORATORIO DE PASTOS Y FORRAJES**



**ANÁLISIS BROMATOLÓGICO**

ASUNTO : Humedad y Materia Seca muestra Cebolla variedad Roja Arequipeña (*Allium cepa* L.)  
 INTERESADO : Bach. Ulises Kimper Lima Encinas  
 PROCEDENCIA : Dist. Ilave, Prov. Collao - Puno  
 MOTIVO : Trabajo de Investigación (Tesis)  
 MUESTREO : 05 de Mayo del 2019  
 RECEPCIÓN : 06 de Mayo del 2019

Clave Campo	Humedad %	Materia Seca %
T-1	92.17	7.83
T-2	91.60	8.40
T-3	91.69	8.31
T-4	91.31	8.69
T-5	91.86	8.14

Puno, 09 de Mayo del 2019.

M.S. JULIO CHOQUE LAZARO  
 JEFE LABORATORIO ANALISIS

Marcelino Ticona Cruz  
 ANALISTA DE LABORATORIO  
 F.C.A. UNA-PUNO