

# Universidad Católica de Santa María

Escuela de Postgrado

Maestría en Sustentabilidad y Medio Ambiente



## “DIGESTATOS DE BIOGÁS A PARTIR DE PURINES VACUNOS EN LA PRODUCCIÓN DE CEBOLLA (*ALLIUM CEPA* L.) EN ZONAS ÁRIDAS”

Tesis presentada por el Bachiller:  
Coaguila Coaguila, Pedro Jesús

Para optar el Grado Académico de:  
Maestro en Sustentabilidad y Medio  
Ambiente

Asesor:  
Ph.D. Zeballos Cáceres, Omar Justo

Arequipa – Perú

2018



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA – EPG.**

Sr. Director de la Escuela de Postgrado de la Universidad Católica de Santa María:

Dr. Hugo Tejada Pradell.

**DICTAMEN DE TESIS**

**Título:** “Digestatos de biogás a partir de purines vacunos en la producción de cebolla (*Allium cepa* L.) en zonas áridas Arequipa 2016”.

**Alumno:** Coaguila Coaguila, Pedro Jesús.

**Grado a obtener:** Maestro en Sustentabilidad y Medio Ambiente

Visto el informe final de tesis presentado y habiendo realizado la revisión pertinente, considero que está apto para sus sustentación.

Atentamente.



---

Omar Zeballos Cáceres, Ph.D.

Asesor de Tesis - Docente Escuela Postgrado-UCSM

## DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS

A :Dr. JOSÉ VILLANUEVA SALAS  
Director de la Escuela de Postgrado UCSM

DE : Dr. VICTOR PACHECO SÁNCHEZ y Dra. JANY PACHECO ARANÍBAR

BORRADOR DE TESIS "DIGESTATOS DE BIOGAS A PARTIR DE PURINES  
VACUNOS EN LA PRODUCCIÓN DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.) EN ZONAS  
ÁRIDAS"

MAESTRISTA : Br. Pedro Jesús Coaguila Coaguila

FECHA : 19 de Noviembre del 2018

Revisado el Borrador de Tesis y habiendo levantado las observaciones  
correspondientes, se encuentra apto para la sustentación.

El Borrador de Tesis puede pasar a sustentación.



Dr. VICTOR PACHECO SÁNCHEZ

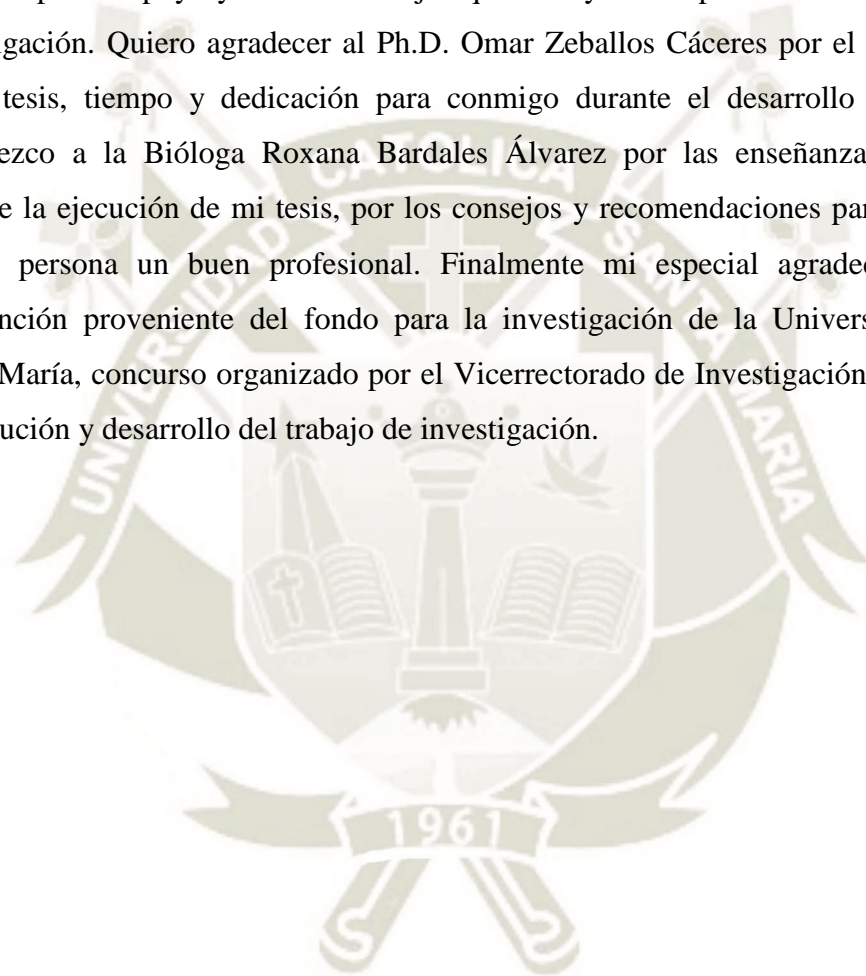


Dra. JANY PACHECO ARANÍBAR



## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por todo lo que me ha dado y por ser la fortaleza en cada paso que he dado durante mi vida. El presente trabajo de tesis es un esfuerzo en el cual, de forma directa o indirecta, participaron varias personas. A mi esposa, Milagros, por apoyarme en todo momento durante la ejecución de mi trabajo de investigación y ser la persona que con esfuerzo y ahínco nunca ha perdido la fe y esperanza en mí, a mis padres y hermana por su apoyo y buenos consejos que me ayudaron para culminar el trabajo de investigación. Quiero agradecer al Ph.D. Omar Zeballos Cáceres por el asesoramiento de la tesis, tiempo y dedicación para conmigo durante el desarrollo de la misma. Agradezco a la Bióloga Roxana Bardales Álvarez por las enseñanzas y paciencia durante la ejecución de mi tesis, por los consejos y recomendaciones para poder hacer de mi persona un buen profesional. Finalmente mi especial agradecimiento a la Subvención proveniente del fondo para la investigación de la Universidad Católica Santa María, concurso organizado por el Vicerrectorado de Investigación, por financiar la ejecución y desarrollo del trabajo de investigación.





*“La tierra proporciona lo suficiente para satisfacer las necesidades de cada hombre,  
pero no la codicia de cada hombre”*

**Ghandi**

## INDICE

### *RESUMEN*

### *ABSTRACT*

<b><i>CAPITULO I</i></b> .....	<b>1</b>
<b>INTRODUCCION</b> .....	<b>1</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>3</b>
Objetivo General .....	3
Objetivo Específicos .....	4
<b>HIPOTESIS</b> .....	<b>5</b>
<b>PLANTEAMIENTO TEORICO</b> .....	<b>6</b>
1.1 Problema de investigación .....	6
1.1.1 Enunciado del Problema .....	6
1.1.2 Descripción del problema .....	6
1.1.3 Justificación del problema .....	7
<b><i>CAPITULO II</i></b> .....	<b>8</b>
2.1 MARCO CONCEPTUAL .....	8
2.1.1 ORIGEN E HISTORIA DE LA CEBOLLA .....	8
2.1.2 CLASIFICACION.....	8
2.1.3 CARACTERISTICA BOTANICAS .....	9
2.1.4 CLIMA Y SUELO .....	12
2.1.5 MANEJO DEL CULTIVO .....	14
2.1.6 FERTILIZACION MINERAL.....	16
2.1.7 RIEGO.....	17
2.1.8 CONTROL DE MALEZAS .....	17
2.1.9 CONTROL FITOSANITARIO.....	18
2.1.10 COSECHA .....	19
2.1.11 PROCESO DE OBTENCION DE BIOGAS .....	20
2.2 ANALISIS DE ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....	21

<b><i>CAPITULO III</i></b> .....	<b>23</b>
3.1 Planteamiento operacional .....	23
3.2 Campo de verificación.....	23
3.2.1 Ubicación espacio- temporal .....	23
3.2.2 Unidades de estudio.....	23
3.3 MATERIALES Y METODFOS .....	24
3.3.1 Materiales .....	24
3.3.2 Metodología.....	25
3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	27
3.5 ANALISIS DE DATOS .....	28
3.6 VARIABLES A EVALUAR.....	28
<b><i>CAPITULO IV</i></b> .....	<b>30</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSION</b> .....	<b>30</b>
4.1 Altura de la planta .....	30
4.2 Diámetro de bulbo final.....	32
4.3 Rendimiento .....	34
4.4 Materia seca de bulbo.....	36
<b><i>CAPITULO V</i></b> .....	<b>38</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>38</b>
<b><i>CAPITULO VI</i></b> .....	<b>39</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>39</b>
<b><i>CAPITULO VII</i></b> .....	<b>40</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>40</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>45</b>

## RESUMEN

El biol, es un elemento líquido el cual tiene un uso ecológico combinado a los sistemas de riego, en el cual se puede ver que permite un mayor intercambio catiónico en el suelo, asimismo es una fuente orgánica de fitoreguladores con la capacidad de lograr enraizamiento, se puede mencionar que tiene acción en el área foliar, mejorando la floración, activando el vigor de las semillas y el poder germinativo de las mismas lo que por ende conduce a una buena producción en las cosechas.

El biosol es la parte sólida la cual se usa como fertilizante similar al compost y asimismo tiene ventajas como el biol, así tenemos que mejora la calidad de los suelos enriqueciéndolos, en los suelos arenosos permite que retenga mayor cantidad de nutrientes, permite mejorar la retención de humedad, inhibe el crecimiento de hongos y reduce la erosión en los suelos, por lo que en ambas cosas aportarán un incremento en la producción de los cultivos

En nuestro país el uso de biol, así como el de biosol, es una práctica poco usada por muchas personas, es ahí donde el enfoque se da para demostrar la importancia de estos productos en bienestar para la sociedad y el medio ambiente.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de dos dosis de Biosol y de cuatro niveles de Biol sobre la producción del cultivo de cebolla variedad “Camaneja” en la Irrigación Majes. El Biol y Biosol utilizados fueron los remanentes de la planta de Biogás de la Universidad Católica de Santa María instalada en la Irrigación Majes. El experimento se realizó en una parcela experimental conducida bajo riego por goteo, estableciendo dos dosis de biosol (2 y 4 t.ha<sup>-1</sup>) y cuatro niveles de biol (20, 35, 50 y 60%) comparado con un tratamiento adicional (testigo con fertilización química), teniendo un total de 9 tratamientos, distribuidos en un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial, incluido el tratamiento adicional y tres repeticiones. El biosol fue aplicado en fertilización de fondo antes de la instalación del experimento mientras que las aplicaciones foliares de Biol se realizan al surco húmedo para los 15, 30, 45 y 60 días después del trasplante. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, diámetro de bulbo, porcentaje de materia seca y rendimiento. Se determinó que la mejor dosis de biosol fue de 2 t.ha<sup>-1</sup> y el mejor nivel de biol fue de 50%.

**Palabra clave: Sustentabilidad, medio ambiente.**

## ABSTRACT

The liquid digestate is an element that is given an ecological use combined with irrigation systems, which can be seen that allows a greater cation exchange in the soil, it is also an organic source of phytohormones with the ability to achieve rooting, it can be mentioned that it has action in the foliar area, improving the flowering, activating the vigor of the seeds and the germinative power of the same which consequently leads to a good production in the harvests.

Solid digestate is the solid part which is used as fertilizer similar to compost and also has advantages such as liquid digestate, so we have to improve the quality of the soil by enriching them, in sandy soils it retains a greater amount of nutrients, allows to improve the retention moisture, inhibits the growth of fungi and reduces erosion in soils, so in both things will provide an increase in crop production.

In our country the use of liquid digestate, as well as that solid digestate is a practice little used by many people, this is where the focus is given to demonstrate the importance of these products in welfare for society and the environment.

The objective of this research was to evaluate the effect of two doses of solid digestate and four levels of liquid digestate on the production of onion cultivation "Camaneja" in Majes Irrigation. The liquid digestate and solid digestate used were the remnants of the Biogas plant of the Universidad Católica de Santa María installed in the Majes Irrigation. The experiment was conducted in an experimental plot conducted under drip irrigation, establishing two doses of solid digestate (2 and 4 t.ha<sup>-1</sup>) and four levels of liquid digestate (20, 35, 50 and 60%) compared to an additional treatment (control with chemical fertilization), having a total of 9 treatments, distributed in a randomized complete block design with factorial arrangement, including the additional treatment and three repetitions. The solid digestate was applied in bottom fertilization before the installation of the experiment while the foliar applications of liquid digestate are made to the wet furrow for the 15, 30, 45 and 60 days after the transplant. The variables evaluated were: plant height, bulb diameter, percentage of dry matter and yield. It was determined that the best dose of solid digestate was 2 t.ha<sup>-1</sup> and the best level of liquid digestate was 50%.

**Keyword: Sustainability, environment.**

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

La cebolla (*Allium cepa* L.) es una de las hortalizas más consumidas ya que es un alimento primordial y complemento en la canasta familiar como condimento y de mayor importancia en el consumo humano <sup>(1)</sup>. Se trata de un alimento de poco valor energético y muy rico en sales minerales, La cebolla es rica en propiedades que hacen de ella un tónico general y un estimulante, debido a su contenido en vitaminas A y C. <sup>(2)</sup>.

Los principales productores de cebolla a nivel mundial son China, India, Estados Unidos, Pakistán y Bangladesh, y en Sudamérica Brasil, México y Argentina (Eguillor Recabarren, 2010). Esta hortaliza tiene un mercado bastante dinámico al interior del MERCOSUR, siendo Brasil el principal importador y Argentina su principal proveedor, quien le abastece el 80% de lo que importa <sup>(3)</sup>.

En nuestro país se siembra en los departamentos de Arequipa, Huancayo, Lambayeque, Lima, Piura e Ica, obteniéndose rendimientos como promedios de 35 (t/ha) en el año 2003 permitió exportar 11 mil toneladas (Cebolla amarilla dulce y roja) siendo el principal mercado de destino Estados Unidos con un 98 %, también se abastece de cebolla a países vecinos como Ecuador, Colombia y Venezuela, <sup>(4)</sup>

El biol es una fuente de fitorreguladores, producto del proceso de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos. Actúa como estimulante orgánico porque promueve el crecimiento y desarrollo de plantas. <sup>(5)</sup>.

Según la RAAA (2004) <sup>(6)</sup>, el biol es una fuente orgánica de fitoreguladores descargado de un biodigestor que permite promover actividades fisiológicas y estimulantes para el desarrollo de las plantas. En el biodigestor, aproximadamente el 90% de material que ingresa se transforma en biol. <sup>(7)</sup>.

La composición del biol presenta precursores hormonales como acidoindol acético, giberelinas y vitaminas, esta es la razón del efecto del biol en el crecimiento y rendimiento de los cultivos. Las experiencias en el campo han demostrado que la mayor respuesta de la aplicación del biol se encuentra en suelos de baja fertilidad. Gracias a estas propiedades del biol, su elaboración se realiza en forma artesanal y su contenido nutricional depende del material ha fermentar anaeróticamente <sup>(8)</sup>.

Las ventajas del biol más importantes según Aparcana & Hansen <sup>(7)</sup> son, que permite un mejor intercambio catiónico en el suelo CIC; con ello se amplía la disponibilidad de

nutrientes del suelo y ayuda a mantener la humedad del suelo y a la creación de un macroclima adecuado para las plantas, así también hay pruebas realizadas con diferentes cultivos y muestran que al usar Biol solo sería suficiente para lograr la misma o mayor productividad del cultivo que empleando fertilizantes químicos.

El biogás, producto de la descomposición de materia orgánica, es un gas combustible, el cual puede ser usado para cocción de alimentos, calefacción y las múltiples aplicaciones que tiene los combustibles convencionales. Los sistemas de biodigestión junto a la producción de energía eléctrica a base de biogás son tecnologías aún prematuras a nivel nacional, existiendo 106 biodigestores (en 15 departamentos) con predominio en modelos artesanales chinos en todo el Perú <sup>(9)</sup>.

El uso de biodigestores es un claro ejemplo de Tecnología Socialmente Apropriada (TSA), generando biogás a escala doméstica o comercial y biofertilizante líquido y sólido <sup>(10)</sup>. La biodigestión es un proceso natural que corresponde al ciclo anaerobio del carbono, accionado y combinado con diferentes grupos bacterianos en ausencia total de oxígeno, utilizando la materia orgánica para alimentarse y reproducirse. Las etapas de esta digestión se desarrollan con valores de pH de 6 a 7,5 y temperaturas entre 10°C a 37°C rango aceptable para las bacterias mesófilas <sup>(11)</sup>.

La biomasa de residuos sólidos urbanos (RSU) está referida no solo a la presencia de gas sino también a otros productos como el biosol y el biol, es decir biofertilizante sólido y líquido que se originan como lodo digerido y efluente líquido. <sup>(12)</sup>.

El biosol (lodo digerido) similar a un compost es una primitiva forma de biorremediación, donde los residuos de la recolección domiciliaria se colocan en biodigestores para ser biodegradados. Los biodigestores pueden ser alimentados con distintos tipos de biomasa y la caracterización de las materias primas son de gran utilidad para medir principalmente el contenido de sólidos totales y volátiles. Toda materia orgánica residual que se destine como alimentación para un biodigestor, generalmente está compuesta por una importante cantidad de agua y una fracción de sólidos totales (ST). <sup>(13)</sup>

Actualmente hay tecnologías para tratar los residuos agropecuarios (estiércoles de animales) como compostaje, lagunas de oxidación y biodigestores anaerobios. Esta última tecnología convierte los residuos en productos energéticos como el biogás y fertilizantes orgánicos como el biosol y biol, siendo una alternativa viable económica y ambiental al manejo de estos residuos pero hasta la fecha se desconoce la dosis adecuada de biol y biosol para hortalizas, en especial para la cebolla.

En la UCSM se realizó la construcción de una planta que constituye un valioso aporte para la Comunidad de la Región Arequipa, puesto que permitirá el procesamiento de una variedad de residuos orgánicos con alto valor energético, que van desde residuos orgánicos agroindustriales y pecuarios, hasta residuos de las industrias pesquera, cárnica, alimentos procesados, entre otros, que sean ricos en grasas, proteínas y carbohidratos.

Se trata de un proceso eco eficiente, en el que se busca tratar los residuos orgánicos de diferente naturaleza (residuos sólidos – biomasa) de manera anaeróbica, para convertirlos en biogás que se aprovecha energéticamente (producción de energía eléctrica); el calor producido por el generador eléctrico se aprovecha para los diferentes procesos de todo el sistema, entre ellos el secado; el efluente sólido (biosol) que sale de la extrusora es usado por su contenido de N, P, K y otros como abono de la tierra y el efluente líquido (biol) es generalmente recirculado en el sistema, aunque en nuestro medio también podría usarse como fertilizante del suelo; finalmente el material tratado está libre de posibles contaminantes como insectos, hongos, bacterias y otros.

En Arequipa, en la Región de Arequipa, en la campaña del 2016 al 2017 se llegó a sembrar un a cantidad de 9 772 has de las cuales se cosecharon 9 959 has consiguiendo un rendimiento de 42 311.52 kg/ha, con una producción de 421 380.43 toneladas; en la zona de la Irrigación Majes el cultivo de cebolla se llegó a sembrar 1 948 has de las cuales se cosecharon 1893 has obteniendo un rendimiento de 46 817 kg/ha y consiguiendo una producción de 88 626 toneladas. Todo esto según datos de la Gerencia Regional de Agricultura Arequipa en la Campaña Agrícola 2016 – 2017. <sup>(14)</sup>

## OBJETIVOS

### Objetivo General:

Evaluar el efecto del digestato líquido (Biol) y digestato sólido (Biosol) en la producción de cebolla (*Allium cepa* L.) en la Irrigación Majes

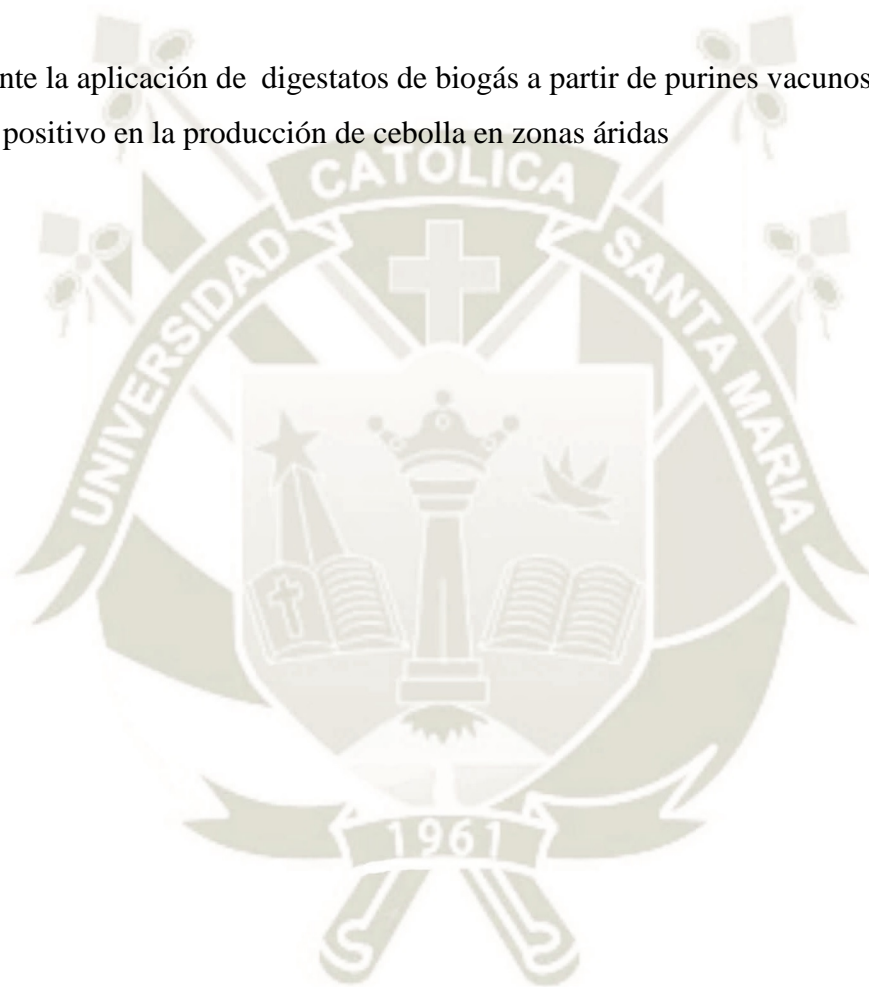
### Objetivos Específicos:

Determinar la mejor dosis de digestato sólido (Biosol) en la producción de cebolla (*Allium cepa* L.) en la Irrigación Majes

Determinar el mejor nivel de digestato líquido (Biol) en la producción de cebolla (*Allium cepa* L.) en la Irrigación Majes

## HIPOTESIS

Mediante la aplicación de digestatos de biogás a partir de purines vacunos se lograra un efecto positivo en la producción de cebolla en zonas áridas



## PLANEAMIENTO TEÓRICO

### 1.1 Problema de investigación

#### 1.1.1 Enunciado del problema

El biodigestor del fundo de la UCSM (diseñado para la producción de biogás) produce como remanentes digestatos líquido y sólido para los cuales no existen estudios que determinen las cantidades y proporciones adecuadas para su buen usos en la producción agrícola, siendo estos aplicados de manera empírica, en ese sentido se planteó esta investigación para solucionar tal hecho en aras de promover una agricultura cada vez menos dependiente de los fertilizantes químicos, tondo ello enmarcado dentro de una agricultura sustentable más aun en un cultivo representativo de Arequipa como es la cebolla.

#### 1.1.2 Descripción del problema

En la presente investigación se busca darle un adecuado uso a los remanentes del biodigestor de la UCSM como son Biol y Biosol, mediante la determinación de los niveles óptimos, tratando de esta, manera realizar una producción agrícola más sustentable con el medio ambiente y menos dependiente de los agroquímicos.

#### **Tipo de investigación:**

- Disciplina de Ciencias Agrícolas
- La investigación es de tipo aplicada (según objetivo del estudio)
- Experimental (según el método de trabajo)
- Experimento puro (según diseño de investigación)
- Cuantitativo (según naturaleza de los datos)
- Explicativo (según nivel de investigación).

### 1.1.3 Justificación del problema

Podemos mencionar que la importancia de ambos productos, tanto biol como biosol, son de relevancia ya que puede ser le puede dar varios usos tales como fuente de energía, y asimismo puede ser útil en el aspecto agrícola ya que poseen la capacidad de incorporar nutrientes al suelo de forma natural y como consecuencia de este podría suplir a la fertilización química, ahora bien, tomando en cuenta lo dicho anteriormente, podemos decir que el agricultor podría disminuir costos de producción y la población se beneficiaría mediante el consumo de productos orgánicos; de esta misma manera, se le debe dar una gran importancia para el Fundo de la UCSM, ya que permitirá el uso de biol para el abonamiento de cultivos a sembrar, y de misma forma, el biosol se utilizaría como fuente de incorporación de nutrientes de forma directa al suelo ya que el mismo sufre desgaste debido a las cosechas de cultivos anteriores.

Teniendo en consideración lo anterior, en la Irrigación Majes se puede demostrar a los agricultores de las zonas aledañas que el uso de biol y del biosol ayudaría a sus campos de cultivo, ya que utilizando el biosol se puede incorporar nutrientes de forma natural y directa al suelo; y el biol nos permite un abonamiento sistemático durante los cultivos sembrados; ambos actuando en beneficio de los agricultores y consumidores; aminorando costos y produciendo cultivos sanos.

## CAPÍTULO II

### 2.1 MARCO CONCEPTUAL

#### 2.1.1 ORIGEN E HISTORIA DE LA CEBOLLA

La cebolla perla (*Allium cepa l.*) es una hortaliza, cuyo bulbo está formado por base de hojas, tiene amplio uso culinario, se considera originaria del suroeste de Asia, el consumo se remonta a más de 4000 años, para ese entonces se cultiva en Egipto, China e India. Una inscripción encontrada en las pirámides de Egipto, prueba que los hombres que las construyeron se alimentaron con cebolla.

La cebolla es una especie que se cultiva desde épocas remotas. Fue domesticada simultáneamente en varios lugares y se supone que haya ocupado una vasta región en el oeste de Asia. Extendiéndose posteriormente a Palestina y a la India <sup>(15)</sup>.

Reportan que existen dudas en cuanto al centro de origen de la cebolla. Hasta la fecha no han sido encontradas especies silvestres de *Allium cepa*. La mayoría de los botánicos están de acuerdo con Vavilov que designo a Asia Central (Pakistán) como su posible centro de origen. Por otro lado, el oriente próximo y la región del Mediterráneo son considerados como posibles centros de domesticación (centro de orígenes secundarios). También se menciona que el cultivo de la cebolla es muy antiguo. Evidencias arqueológicas del año 3200 a. C. muestran que los egipcios lo usaron como alimento. En rituales religiosos y en medicina. La domesticación de la cebolla estuvo basada probablemente en selección de caracteres de planta y bulbo a través de la selección masal efectuada antes de la floración <sup>(16)</sup>.

#### 2.1.2 CLASIFICACIÓN

Revisó y resumió la clasificación botánica de los *alliums*, el género se sitúa en el siguiente contexto taxonómico <sup>(17)</sup>.

Reino : *Plantae*

División : *Magnolophyta*

Clase : *Liliopsida*

Superorden : *liliiflorae*

Orden : *Asparagales*

Familia : *Alliaceae*

Tribu : *Alliae*

Género : *Allium*

Especie : *Allium cepa*

Variedad : *Allium cepa* var. *Cepa*

### 2.1.3 CARACTERÍSTICAS BOTANICAS

La cebolla pertenece al género *Allium*, que incluye cultivos como la cebolla, ajo, puerro, chalota y cebollino chino. Este género contiene aproximadamente 500 especies ampliamente distribuidas. Las especies más importantes son la cebolla (*A. cepa* L.), puerro (*A. ampeloprasum* L.), cebolla japonesa (*A. fistulosum*), rakkyo (*A. chinense* G. Don), cebollino chino (*A. tuberosum* Roll. Ex – spr.), cebollino (*A. Schoenoprasum* L.) y chalota (*A. cepa* L.)<sup>(17)</sup>.

La cebolla es una planta bianual, monocotiledónea, de la cual se desarrolla el bulbo que es la parte comestible, en su primera etapa de crecimiento, y los vástagos o tallos florales en la segunda etapa<sup>(1)</sup>.

#### 2.1.3.1 Raíz

La cebolla presenta un limitado sistema radicular y como consecuencia de ello, una pobre capacidad de absorción. Sus primeras raíces brotan durante el periodo de germinación de la semilla, las cuales mueren gradualmente a la vez que van formando otras nuevas, que alcanzan su máximo desarrollo en la etapa de madurez. Posteriormente y durante el periodo de formación del bulbo, las mismas mueren gradualmente. Las raíces adventicias de la cebolla se desarrollan a partir del tallo verdadero y en la mayoría de los casos no alcanzan una profundidad mayor de 40 cm y en una planta adulta se puede llegar a formar 60 a 70 raíces fusiformes, con un ritmo de crecimiento cada 24 horas<sup>(15)</sup>.

Valadez, 1998, cita a Guenko (1983) mencionando que el sistema de raíces es muy fibroso y ramificado, las raíces primarias y/o verdaderas mueren muy temprano y que todas las raíces son adventicias, el sistema de raíces puede alcanzar un crecimiento lateral de 40 a 45 cm y 85 a 90 cm de profundidad.

Maroto, 1995, informa que su sistema radicular está constituido por un gran número de raíces fasciculadas blancas.

### 2.1.3.2 Tallo

El tallo es muy rudimentario y pequeño ya que alcanza unos cuantos milímetros de longitud; realmente se llama falso tallo al conjunto de hojas que forman el punto apical<sup>(1)</sup>.

La cebolla presenta un tallo plano y circular casi imperceptible, está representado por un disco platillo, en la base del bulbo, de cuya parte inferior nacen las raíces y de la superior las hojas<sup>(18)</sup>.

### 2.1.3.3 Hojas

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<sup>(19)</sup>.

Después de la aparición de la primera hoja verdadera las nuevas hojas aparecen cada 7 a 10 días pudiendo formarse en total entre 13 y 18 hojas, distribuidas de la siguiente manera: 3 a 4 formando la cubierta externa del bulbo o cascara; 3 a 5 visibles que cumplen con la función de fotosíntesis y cuya parte basal engrosada constituyen el bulbo; 2 a 4 hojas engrosadas no visibles y dentro del bulbo; y 5 a 6 dentro del bulbo pero no desarrolladas<sup>(20)</sup>.

#### 2.1.3.4 Bulbo

El bulbo de la cebolla es un órgano constituido por túnicas, catafila o escamas concéntricas, carnosas, delgadas y transparentes al exterior y vienen a ser la parte basal de las hojas engrosadas <sup>(21)</sup>.

Esta parte de la planta es fundamental para clasificarla: según sus dimensiones, colores y época de maduración de los bulbos. El bulbo de la cebolla es un órgano constituidos por túnicas, catafilas o escamas concéntricas, carnosas, delgadas y transparentes al exterior y viene hacer la parte basal de las hojas envainadoras <sup>(22)</sup>.

El crecimiento y desarrollo del bulbo de la cebolla se inicia cuando la base de las hojas visibles se alargan 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 <sup>(23)</sup>.

#### 2.1.3.5 Flor

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 trilocular, las semillas son negras, redondeadas con cierto aplanamiento <sup>(24)</sup>.

Las flores son numerosas variando entre 50 a 2000; hermafroditas, con pétalos violetas o blancos, con 2 o 3 brácteas, dispuestas en una umbela grande. Estambres inferiores salientes y con un diente de cada lado, ovario sésil, trilocular <sup>(25)</sup>.

### 2.1.3.6 Frutos y semillas

El fruto de la cebolla es una capsula trilobada, con tres celdas dentro de la cual se encuentran seis semillas de color negro, angulosas, arrugadas y algo aplanadas (21).

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 primodio foliar; el cotiledón es la fuente de reserva de la semilla, principalmente de fosfatos.

### 2.1.4 CLIMA Y SUELO

La cebolla requiere un clima templado o cálido para su desarrollo pero las condiciones específicas ideales son aquellas donde hay temperaturas frescas en las fases iniciales del desarrollo de la planta y cálidas hacia la madures. La temperatura de 12 a 24 °C se considera como óptima (26).

El desarrollo del cultivo se ve afectado por factores medioambientales como: fotoperiodo, luminosidad, temperatura, relación hídrica suelo – planta, e interacción entre ellos. Aunque también se ve afectado por factores como: el cultivar, densidad de plantas, relación rojo/infrarrojo de la luz y otros (27).

#### 2.1.4.1 Fotoperiodo

La cebolla es una planta de días largos, sin embargo varios autores atribuyen al fotoperiodo como factor limitante en la producción de bulbos, los cuales han sido clasificados en relación al mínimo de horas luz para promover el estímulo de la bulbificación; existen cultivares de días cortos que requieren de 11 a 12 horas de luz por días-1, cultivares intermedios que exigen 12 a 14 días de luz día-1, y cultivares de días largos de más de 14 horas de luz día -1 (28).

La latitud en función de la duración del fotoperiodo lo mismo que la temperatura, tiene una decidida influencia sobre la formación de bulbos de la cebolla. Las variedades que crecen mejor en días cortos de 10 a 12 horas se adaptan a fajas limitadas por latitudes de 0° a 24° y hasta 28°; a veces pueden formar bulbos en latitudes mayores si las temperaturas son relativamente frescas que no aceleren el desarrollo del bulbo. Las

variedades de días intermedios que requieren unas 12 a 13 horas producen mejor entre los 28° y 40°. Las variedades de día largo que requiere 14 horas o más de exposición al sol se encuentran generalmente en lugares de 36° de latitud en adelante <sup>(26)</sup>.

#### **2.1.4.2 Temperatura**

La temperatura mínima de germinación es cercana a 2 °C y el óptimo para germinar se aproxima a los 24 °C, estando comprendido el promedio térmico óptimo mensual, entre 13 y 24 °C <sup>(24)</sup>.

La cebolla requiere rango de temperaturas de 10 a 25 °C, el inicio y formación del bulbo están influenciados por el fotoperiodo y por las temperaturas a las que se encuentren sometida la planta. Altas temperaturas aceleran el proceso y las bajas temperaturas retrasan la formación del bulbo. Esto explica que cuando la cebolla es cultivada en verano, los bulbos son pequeños y maduran rápidamente. En invierno por el contrario, cuando las condiciones son favorables, la planta continúa su desarrollo y la bulbificación se produce cuando tanto la temperatura y el largo del día exceden del mínimo requerido para la producción del bulbo. La temperatura también juega un papel importante en la producción de la semilla, ya que la floración es inducida principalmente por bajas temperaturas (menor a 10 °C), en el caso de producción comercial de bulbos produce floración prematura afectando los rendimientos y calidad de estos <sup>(29)</sup>.

#### **2.1.4.3 Suelos**

La cebolla se cultiva en diferentes tipos de suelo, desde suelos francos arenosos con textura ligera a franco arcillos más pesados. Los principales requerimientos para una buena producción son: un buen drenaje, suelos ligeros, ausencia de malas hierbas, abundante materia orgánica y un pH de 5.8 a 6.5. La producción de bulbos tiene lugar más rápidamente en suelos ligeros que en el más pesado. El tamaño y la calidad del bulbo dependen del tipo de suelo, fertilidad y variedad <sup>(17)</sup>.

El suelo sea, sueltos arenoso y fresco, en las tierras compactas los bulbos se desarrollan poco y pueden llegar a deformarse. Se cultivan generalmente en los suelos aluviales, un

suelo con buena fertilidad, buen drenaje y con un pH de 6 a 6.5 es el mejor para la producción de cebollas <sup>(30)</sup>.

La cebolla vegeta mejor en terrenos de consistencia media ligera; tan solo pueden desarrollarse bien en suelos arcillosos si estos están convenientemente drenados. Es una planta medianamente tolerante a la salinidad y poco tolerante a la acidez del suelo <sup>(24)</sup>.

## 2.1.5 MANEJO DEL CULTIVO

### 2.1.5.1 Preparación del terreno

La cebolla no requiere de labores muy profundas, los suelos deben ser bien drenados y finos en la parte superficial, si los suelos son muy ligeros es conveniente completar las labores preparatorias normales con un rulado antes de la siembra o plantación <sup>(24)</sup>.

Una buena selección y preparación del suelo es importante para la obtención de buenas cosechas. Debe elegirse campos poco infestados de malas hierbas, con buen drenaje interno y externo y libre de obstáculos que limiten la mecanización; debe ser largos, preferiblemente rectangulares, para poder establecer sistema de riegos eficientes. Las labores de preparación deben realizarse de acuerdo con las características del suelo, al fin de lograr que las semillas que en condiciones óptimas y se evite el fenómeno de compactación. La cebolla es una planta extremadamente sensible a los problemas de estructura de suelo y es necesario crear condiciones que permitan que las raíces crezcan sin encontrar estructuras compactas superficiales, para que puedan profundizar la capa arable. Una localización demasiado superficial de las raíces expone a la planta a la sequía <sup>(26)</sup>.

### 2.1.5.2 Almacigo

Salumkhe y Kadam, 2003, mencionan que el suelo para las camas debe ser fértil, bien drenado, y libre de semillas de malas hierbas y enfermedades y plagas del suelo. Las camas son generalmente de un metro de ancho y de longitud adecuada. Normalmente se levantan 10 – 15 cm sobre el nivel del suelo, los surcos entre las camas deben ser suficientemente grandes para facilitar el trabajo (regado, escarda, levantar las plantas, etc.) <sup>(17)</sup>.

Villalobos, 1997, señala que en la Estación Experimental Donoso CICH – KM – Huaral los mejores resultados son utilizados 1/3 de tierra de cultivo, 1/3 de estiércol descompuesto y 1/3 de arena de río. Con los sustratos en mención se mejora la textura de las camas, manteniendo mejor la humedad, para una adecuada germinación y emergencia de las plántulas y así evitar agrietamientos en la superficie <sup>(29)</sup>.

Plántulas sanas, fuertes y vigorosas se debe utilizar un distanciamiento que permita un óptimo desarrollo para lo cual se debe distribuir las semillas al fondo del surco distanciados a 1 cm entre ellas y se logra una densidad de 600 – 700 plántulas por m<sup>2</sup>. Luego tapar la semilla de preferencia con arena de río, asegurando que tenga una ligera compactación; para lograr una buena germinación regar inmediatamente después de la siembra y si fuera necesario cubrir el almacigo con paja, hojas o plástico para mantener la humedad y la temperatura constante <sup>(31)</sup>.

#### **2.1.5.3 Trasplante**

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 <sup>(31)</sup>.

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. Las plántulas pequeñas y débiles pueden no sobrevivir a las aplicaciones de herbicida <sup>(30)</sup>.

#### **2.1.5.4 Distanciamientos**

El espaciamiento apropiado para la cebolla depende de la fertilidad del suelo, del sistema de riego, del cultivar y del equipo mecánico que use. La distancia entre surcos puede ser desde 45 hasta 90 cm y entre plantas de 5 a 10 cm. En México los mejores resultados se han obtenido con espaciamiento de 62 cm entre surcos y de 5 a 9 cm entre plantas. En general se prefieren los surcos dobles. Las cebollas pequeñas tempranas generalmente pueden sembrar se mas juntas que las de mayor tamaño y más tardías.

Debido al alto costo de entresaca, se trata de sembrar la semilla a la densidad más apropiada posible <sup>(26)</sup>.

Los distanciamientos son de 15 a 20 cm entre plantas y 50 a 70 cm entre surcos. En general se prefieren los surcos dobles. Las cebollas pequeñas tempranas generalmente pueden sembrar se mas juntas que las de mayor tamaño y más tardías. Debido al alto costo de entresaca, se trata de sembrar la semilla a la densidad más apropiada posible<sup>(18)</sup>.

## 2.1.6 FERTILIZACION MINERAL

### 2.1.6.1 Fertilización mineral

La cebolla tiene un mejor desarrollo a altos niveles de fertilidad, pero se deben tomar decisiones de fertilización basados en los análisis de suelo, tipo de suelo y programa de riego <sup>(32)</sup>.

Los iones disueltos en la solución suelo; es decir los iones disueltos en el agua entran libremente disponibles para las raíces. Los que están vinculados a las partículas del suelo solo están disponibles conforme entran en la solución, de esta manera que la fertilidad de un suelo depende de la concentración de los nutrientes en la solución y no de los elementos nutritivos que contenga <sup>(33)</sup>.

La cebolla requiere un gran aporte de nitrógeno (N) fosforo y potasio. Una cosecha de cebolla que rinde 30 toneladas de bulbos requiere de nitrógeno 73 kg, 36 kg de fosforo, y 68 kg de potasio. El nitrógeno es esencial durante las fases iniciales de crecimiento, una deficiencia de este alimento en esta fase produce una reducción del crecimiento, Amarillamiento, general y plantas débiles. Por otro lado el exceso de nitrógeno produce un crecimiento. Un suministro inadecuado de potasio inhibe la formación del bulbo, reduce la calidad de bulbos y espeso de las escamas y aumenta la tendencia de las plantas a formar una cabeza redonda y florecer <sup>(17)</sup>.

### 2.1.7 RIEGO

Para la producción de cebollas es necesario un riego regular. La cebolla es un cultivo único en sus requerimientos de agua que cambian con las fases de desarrollo. Las plantas jóvenes requieren menos agua inmediatamente después del trasplante y esta situación continua durante algún tiempo. El consumo relativo de agua aumenta con la edad de la planta, alcanzando el máximo antes de la madurez para luego descender de nuevo en la fase de maduración. Por consiguiente, la frecuencia de los riegos debe ajustarse de acuerdo con la etapa de crecimiento. La falta de agua durante la formación del bulbo es muy perjudicial para el desarrollo del bulbo. Los bulbos tienen tendencia a abrirse si el suelo está seco. Por consiguiente, deben tomarse precauciones y no dejar de regar durante ese periodo. Generalmente, el riego se detiene 2 a 3... antes de recoger los bulbos <sup>(17)</sup>.

### 2.1.8 CONTROL DE MALEZAS

El uso de Pendimethalin para el control de malezas este herbicida actúa como pre emergente de las malezas anuales gramíneas y hoja ancha a la dosis de 2 – 3.5 L/ ha, y Linurón en dosis de 1.5 a 2.0 kg/ha en pre emergencia del cultivo o después del trasplante para controlar malezas anuales gramíneas y de hoja ancha, este herbicida requiere de buenas condiciones de humedad <sup>(34)</sup>.

Para el control de malezas se debe conducir cuatro métodos; Buena selección de terreno libre de malezas; rotación de cultivo; deshierbo manual y control químico. Para malezas de hoja ancha se emplean Goal (100 mL/200 L de agua); Sencor (300 g/200 litros de agua); Afilón (400 mL/200 litros de agua), en caso de malezas gramíneas se controla con Hache Súper (500 mL/200 litros de agua) <sup>(35)</sup>.

Químico: Oxyfluorfen 75 – 100 cc/cilindro (post emergente)

Fluazitop butil 300 – 700 cc/cilindro (post emergente).

### 2.1.9 CONTROL FITOSANITARIO

Las principales enfermedades de las cebollas en países tropicales incluyen: la quemadura por *Stemphylium* (*S. vesicarium*) que es perjudicial para el cultivo, la mancha de la cebolla (*Colletotrichum circinans*), la podredumbre del cuello (*Botrytis allii*), el moho negro (*Apergillus niger*) y la podredumbre por Alternaria (*Alternaria sp.*) el virus enano amarillo de la cebolla y el mico plasma o áster amarillo similar a un virus (17).

Plagas como el *Trips tabasi* es la plaga más perjudicial de las cebolla. Otras plagas importantes incluyen la oruga taladradora de la cabeza (*Helicoverpa armigera*), que es un problema en los cultivos a partir de semillas, el minador de la hoja (*Chromatomyia horticola*) y los ácaros (*Rhizoglyphus sp*) que atacan a las cebollas tanto en el campo como en el almacén (17).

Los Trips, son insectos muy pequeños (1 mm), chupadores que en ataques severos deforman las hojas, pero que normalmente se notan por la apariencia blanquecina de las partes atacadas, afecta sobre todo a la cebolla en épocas de cosecha, las larvas se pueden observar sobre la superficie interna de las hojas hacia el tallo, donde están protegidas. Para el combate de Trips en cebolla que se cosechaba en bulbo maduro, el combate empieza en cuanto inicia el ataque de Trips (26).

El mismo autor, informa que las enfermedades frecuentes de la cebolla son la Mancha Purpura causada por *Alternaria porri* y afecta las hojas, bulbos y tallos florales. En los bulbos, la infección aparece cuando se aproxima la madurez, manifestándose como una pudrición acuosa iniciada en el cuello o en las lesiones sufridas en la cosecha. Otra enfermedad es la Cenicilla Algodonosa causada por *Peronospora destructor* es de distribución mundial, los primeros síntomas son clorosis y distorsión en las hojas, en condiciones húmedas el hongo produce micelio y esporangios de color purpura y en periodos secos aparecen áreas blancas circulares en las hojas. En casos severos hay doblamiento de la hoja y aunque la planta no muere la enfermedad es destructiva por cuanto reduce la cosecha y en almacenamiento la enfermedad causa daños que demeritan la calidad (26).

La pudrición del cuello causada por *Botrytis allii* y otras especies ocurre principalmente en almacenamiento. El primer síntoma es una masa de micelio gris en las escamas adyacentes al cuello y pudrición acuosa. La pudrición progresa hasta dejar momificado

el bulbo, apareciendo esclerocios. Pudrición Basal causa por *Fusarium oxysporum*, ocurre con temperaturas desde 15 hasta 30 °C, el tallo es atacado por el hongo que habita en el suelo y las puntas de las hojas mueren rápidamente. Las raíces se pudren y en la base de las escamas externas se observa moho blanco. La pudrición Blanda Bacteria, causada por *Erwinia carotovora* comienza en el campo en bulbos maduros y es responsable por pérdidas durante el almacenamiento. Afecta una o dos escamas exteriores, las que se vuelven acuosas, cuando la cebolla se aprieta expide un olor sulfuroso ofensivo y sale una exudación en el cuello. <sup>(26)</sup>.

### **2.1.10 COSECHA**

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 <sup>(24)</sup>.

#### **2.1.10.1 Arrancado**

Se realiza en forma manual o mecanizada. En grandes extensiones se puede utilizar una cuchilla de corte horizontal montada, de tracción mecánica, de forma tal de cortar el sistema radicular y facilitar que las plantas queden arrancadas sobre el suelo para que el sol seque las hojas. Cuando se mecaniza el arrancado se puede agrupar las hileras de un cantero o de varios canteros, dependiendo de los implementos empleados. Cuando esta operación se realiza en condiciones no adecuadas se obtienen productos con poca capacidad de almacenamiento pos cosecha <sup>(36)</sup>.

### 2.1.10.2 Curado

Después de arrancadas, las cebollas deben ser curadas, el curado es un proceso de secado que permite alargar la vida pos cosecha de los bulbos de cebolla y consiste en (15):

- a) Secar las capas externas que cubren el bulbo, lo cual le dará una mayor protección contra la deshidratación interna y los daños físicos.
- b) Cerrar al máximo el cuello de los bulbos, lo que evita la pérdida de agua por deshidratación e impide la contaminación por hongos y bacterias

Este periodo es de un mínimo de 3 días. El curado es un proceso de secado que usualmente se ejecuta en el campo, ya sea arrancando las plantas al marchitarse las hojas y tendiéndolas en forma tal que los bulbos queden cubiertos por el follaje y no sean quemados por el sol, o quitando las hojas y metiendo los bulbos en costales de malla que se dejan en el campo. Los bulbos de las capas superiores deben cubrirse para protegerlos de las quemaduras del sol (32).

### 2.1.11 PROCESO DE OBTENCION DE BIOGAS

La planta experimental de biogás HPTC de la UCSM cumple un proceso ecoeficiente, en donde se busca tratar los residuos orgánicos de diferente naturaleza (residuos sólidos – biomasa) de manera anaeróbica, para convertirlos en biogás que se aprovecha energéticamente (producción de energía eléctrica); el calor producido por el generador eléctrico se aprovecha para los diferentes procesos de todo el sistema, entre ellos el secado; el efluente sólido (biosol) que sale de la extrusora es usado por su contenido de N, P, K y otros como abono de la tierra y el efluente líquido (biol) es generalmente recirculado en el sistema, aunque en nuestro medio también podría usarse como fertilizante del suelo, finalmente el material tratado está libre de posibles contaminantes como insectos, hongos, bacterias y otros. (14)

## 2.2 ANALISIS DE ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Altieri, M.A. (2002) y Fundora, L. et. al. (2009). El uso importante de los biofertilizantes, en donde estos cobran mayor importancia dentro de la agricultura sustentable o de pocos insumos, debido a su bajo costo de producción y a la posibilidad de fabricarse a partir de recursos locales renovables. <sup>(37)</sup> <sup>(38)</sup>.

Velázquez, M et. al. (2013). La aplicación del biol como un biofertilizante mejorador del sustrato, favoreció el rendimiento de estolones en la fresa, pero no de frutos, indicando que no es un mejorador eficaz en el caso de cultivos altamente demandantes de nitrógeno; en el caso de los cultivos de ajo (consumidor ligero) y frijol (donador), el biol no produjo efectos significativos, es decir el sustrato mezclado proporcionó los nutrimentos necesarios para buen rendimiento; incluso, el tamaño y peso de las partes comestibles, fueron aceptables para el consumo y, solo en el caso del ajo, también para el mercado<sup>(39)</sup>

Arévalo, J. (1998). Comprobaron que las aplicaciones con biol de manera foliar en cultivos (alfalfilla, papa, hortalizas) en concentración de 20 y 50% estimulan el crecimiento, mejoran la calidad de los frutos e incluso tienen cierto efecto repelente contra las plagas. Son ricos en nitrógeno amoniacal, en hormonas, vitaminas y aminoácidos que permiten regular el metabolismo vegetal y además pueden ser un buen complemento a la fertilización integral aplicada al suelo <sup>(40)</sup>.

Bello Moreira (2016). Se estableció que el efecto del Biol sobre el rendimiento, aunque sin diferencia estadística no significativa, es mayor a dosis bajas y a épocas tempranas de aplicación posiblemente favorecidas por la etapa fenológicas llenado del bulbo <sup>(41)</sup>.

Insam H et. al. (2015). Se dio una visión general sobre el conocimiento y opinión del uso de los Digestatos en general, pero con una particular énfasis en la digestión de productos líquidos provenientes de estiércoles, los investigadores concluyen que desde una perspectiva medioambiental se considera que el

manejo de estiércoles para la producción de Biogas reduce la producción potencial de gases de efecto invernadero y desde una perspectiva agrícola se considera que los residuos provenientes de una digestión anaeróbica actúan como potentes fertilizantes (42).

Pérez J, (2017). Los principales resultados, en el efecto de concentraciones y aplicaciones de biol en cultivo de rábano chino en La Paz – Bolivia, indico que la incorporación de biol en una concentración del 50% y una frecuencia de aplicación de 7 días, fue del tratamiento 5 con el 15% de Biol, el cual ejerce una influencia en el rendimiento del producto comercial, con 154,9 Tn/ha frente a los otros tratamientos que mostraron rendimientos bajos (43).

Tipantiza S. (2017). Que mediante la aplicación de Biol y Maiz como abono natural y como resultado se vio que la mezcla de Biol y Maiz al 5% cada uno se obtuvo una altura de planta significativa, y en el caso de tamaño de bulbo se logró un tamaño significativo mediante la mezcla de biol al 0% y maíz al 15% (44).

Tancara L. (2014), menciona en su trabajo de investigación que mediante el uso de biol a base de bovino se logró respuestas positivas en aspectos de la planta del cultivo de cebolla a nivel de altura y tamaño de bulbo, siendo la cantidad de 50% (T3), con una cantidad de 10 litros de biol y 10 litros de agua, con la que se obtuvo la respuesta más significativa (45).

## CAPITULO III

### 3.1 Planteamiento operacional

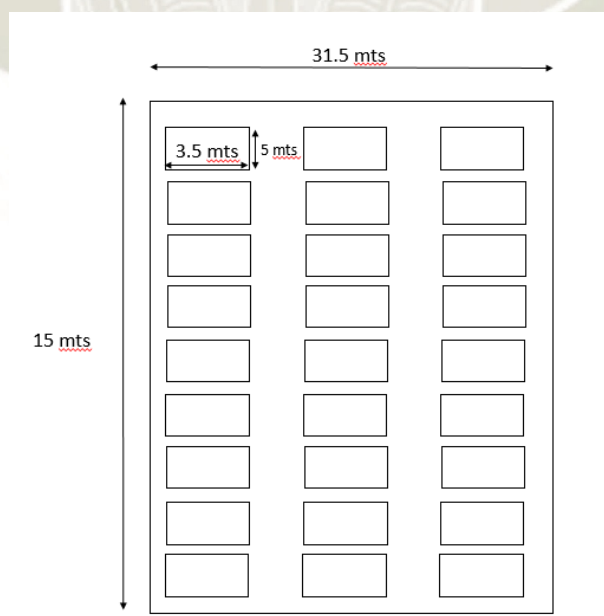
### 3.2 Campo de Verificación

#### 3.2.1 Ubicación espacio – temporal

El presente trabajo se realizó en el Fundo de la Universidad Católica Santa María en el distrito del Pedregal en la provincia de Caylloma a los  $16^{\circ} 19' 56.528''$  latitud sur y  $72^{\circ} 12' 27.292''$  latitud oeste a los 1442 m.s.n.m. y tomará de unos 120 días aproximadamente desde Marzo del 2017 a Junio del 2017.

#### 3.2.2 Unidades de estudio

El trabajo se constituyó en un área de 472,5 mts (31,5 mts de largo y 15 mts de ancho), cada unidad experimental consta de 3,5 mts x 5 mts. La población es de 18144 plantas aproximadamente



### 3.3 MATERIALES Y METODOS

#### 3.3.1 Materiales

##### Material Vegetal:

- Marquera de cebolla Cv. 'Camaneja'

##### Material de uso experimental:

- Biosol (Digestato solido)
- Biol (Digestato liquido)
- Fertilizante químico (250 N – 200 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 160 K<sub>2</sub>O) para Testigo

##### Material de campo:

- Cordeles
- Lampas
- Chivos
- Pesticidas (dependiendo de la plaga o enfermedad presente)
- Mochila aspersión para aplicación de biol.

##### Material de preparación de campo

- Tractor para preparación de terreno

##### Material de laboratorio

- Estufa
- Balanza de precisión
- Balanza
- Cuchillo
- Papel para pesaje de muestras
- Bolsa de papel para estufa
- Bandeja de plástico

### 3.3.2 Metodología

Se preparó el terreno iniciando con un desempiedre y limpieza de las malezas, así también se eliminará los residuos de la campaña anterior, seguido de esto se aplicará un riego pesado para poder dejar el terreno en condiciones de campo, realizar el marcado del terreno, la división del mismo y poder aplicar el biosol acorde a los tratamientos en estudio que son de la siguiente manera:

- Biosol 4 Kg/ Unid Exp: T1, T2, T3 y T4
- Biosol 8 Kg/ Unid Exp: T5, T6, T7 y T8
- Testigo abono químico: 3 Kg Urea, 2 Kg Fosfato diamónico y 2.5 Kg Potasio

Luego de ser aplicado el biosol se procederá a mezclarlo con cuidado de tal manera evitar que ocasione daño a los surcos, si es necesario se procederá a igualar el terreno para que esté listo al momento del trasplante de la marquera de cebolla. Las aplicaciones de Biol se realizarán al surco húmedo en Drench (para el crecimiento vegetativo y llenado del bulbo) en 4 aplicaciones:

- Primera aplicación: 15 DDT (Días después del trasplante)
- Segunda aplicación: 30 DDT
- Tercera aplicación: 45 DDT
- Cuarta aplicación: 60 DDT

Respecto a las aplicaciones de pesticidas va a ser de manera equitativa en todas las unidades experimentales.

- **BIOL**

La muestra fue recolectada de los pozos del equipo de biogás del fundo de la Universidad Católica Santa María.

### Análisis especial de materia orgánica (Biol)

**Tabla 1. Resultados del análisis de nutrientes en Biol**

pH		7.83
C.E.	dS/m	5.6
Solidos Totales	g/L	4.96
Materia orgánica en Solución	g/L	1.9
N Total	mg/L	364
P Total	mg/L	73.24
K Total	mg/L	810
Ca Total	mg/L	159.5
Mg Total	mg/L	147.5
Na Total	mg/L	505
Fe Total	mg/L	4.01
Cu Total	mg/L	0.76
Zn Total	mg/L	1.58
Mn Total	mg/L	0.8
B Total	mg/L	2.33

**Fuente:** Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Agua y Fertilizantes (LASPAF) de la Universidad Nacional Agraria de la Molina

### Análisis microbiológico de materia orgánica (biol)

**Tabla 2. Resultados del análisis de materia orgánica en Biol**

Organismos mesófilos totales (UFC / ml )			Bacterias fijadoras de nitrógeno libre	Bacterias nitrificantes
Bacterias	Actinomicetos	Hongos	Organismos / ml	
$4.93 \times 10^5$	$3.00 \times 10^3$	$1.70 \times 10^2$	$7.50 \times 10^1$	$4.30 \times 10^4$

**Fuente:** Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Agua y Fertilizantes (LASPAF) de la Universidad Nacional Agraria de la Molina.

### 3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

El experimento se realizó en una parcela experimental conducido bajo riego por goteo, estableciendo las dos dosis de Biosol aplicado en fertilización de fondo como biomejorador de suelo y cuatro niveles (incrementos crecientes) de Biol comparado con un testigo con fertilización química, teniendo un total de 9 tratamientos, distribuidos en un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 2A4B y un tratamiento adicional que será el testigo

- **Factores:**
  - **Factor F:** Biosol
  - **F<sub>1</sub>:** Biosol (2 t/ha)
  - **F<sub>2</sub>:** Biosol (4 t/ha)
- **Factor N:** Nivel de Biol
  - **N<sub>1</sub>:** 40 L de biol / cilindro de 200 L agua (20 %)
  - **N<sub>2</sub>:** 70 L de biol / cilindro de 200 L agua (35 %)
  - **N<sub>3</sub>:** 100 L de biol / cilindro de 200 L agua (50 %)
  - **N<sub>3</sub>:** 130 L de biol / cilindro de 200 L agua (65 %)

#### **Tratamiento adicional**

Fertilización química convencional (250 N – 200 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 160 K<sub>2</sub>O)

**Cuadro 1:** Tratamientos utilizados en el experimento

Tratamientos	Biosol	Biol
T0	250 – 200 – 160	N-P-K
T1	F <sub>1</sub>	N <sub>1</sub>
T2	F <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>
T3	F <sub>1</sub>	N <sub>3</sub>
T4	F <sub>1</sub>	N <sub>4</sub>
T5	F <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>
T6	F <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
T7	F <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>
T8	F <sub>2</sub>	N <sub>4</sub>

Fertilización química: 3 Kg Urea, 2 Kg Fosfato diamónico y 2.5 Kg Potasio, aplicados por cada unidad experimental (17.5 m<sup>2</sup>)

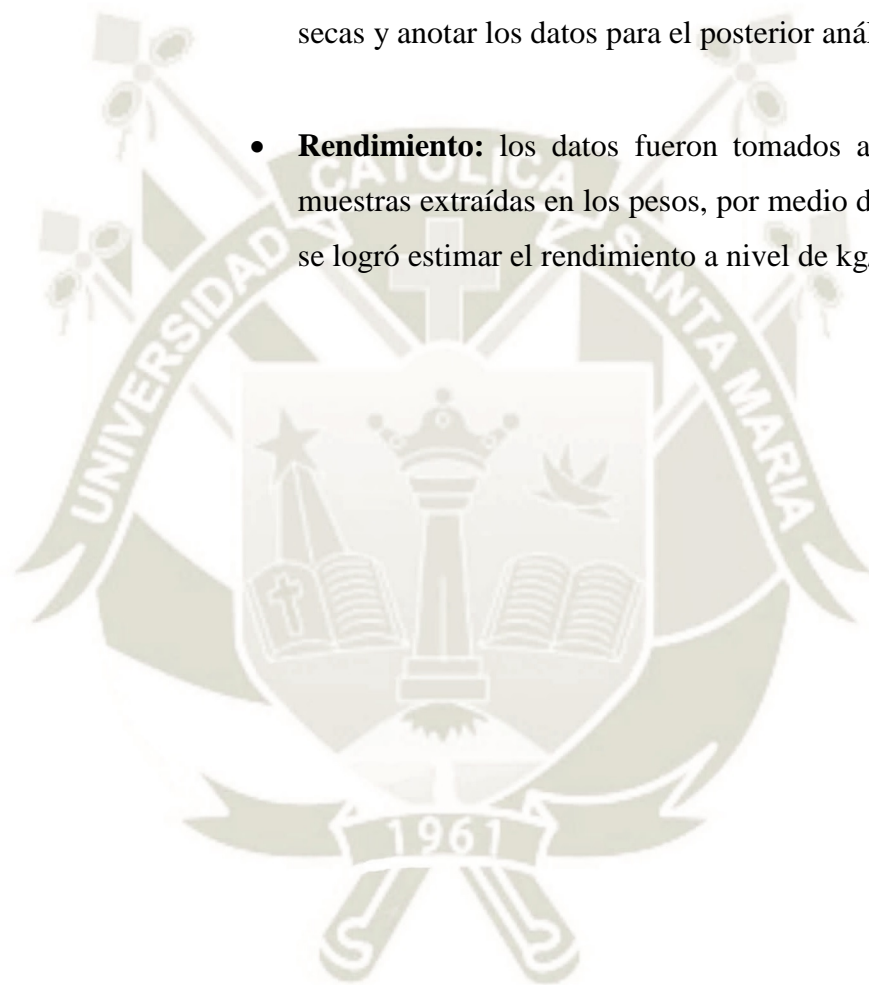
### 3.5 ANALISIS DE DATOS

Se utilizará el software SAS para el análisis de los datos

### 3.6 VARIABLES A EVALUAR

- **Altura de la planta:** se realizó a los 30 días después del trasplante, durante cada semana se fue tomando los datos teniendo en cuenta la punta de la hoja más alta hasta el tallo que se ubica por unos centímetros arriba del suelo.
- **Diámetro del bulbo:** se tomaron los datos a los 70 DDT en donde se pueda tomar las medidas correspondientes para el diámetro del bulbo, los datos fueron tomados cada semana y anotados.

- **Materia seca (%):** los datos fueron tomados posterior a la cosecha, una vez cosechados se tomaron 10 muestras por cada unidad experimental y llevadas al laboratorio de la Universidad Católica Santa María, se procedió a seccionar las cebollas, pesar dichas partes y colocar una parte de ellas en sobres de papel en una estufa por 48 horas, pasado este tiempo se procedió nuevamente a pesar las partes secas y anotar los datos para el posterior análisis.
- **Rendimiento:** los datos fueron tomados a partir de las muestras extraídas en los pesos, por medio de formulación se logró estimar el rendimiento a nivel de kg/ha



## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo se reportarán y discutirán los resultados hallados durante el desarrollo de la metodología descrita en capítulos anteriores.

#### 4.1 Altura de planta

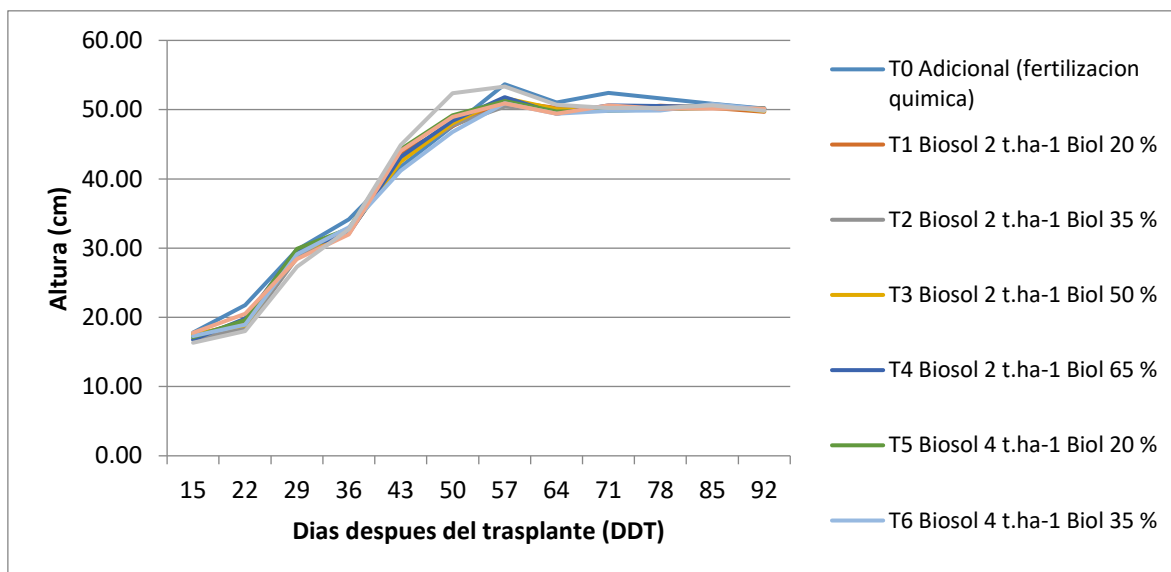
En la tabla 3 y figura 1 se presenta los resultados para altura final.

**Tabla 3. Análisis de varianza para altura final**

<b>F.V</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.C</b>	<b>F.T</b>	<b>Sig.</b>
Bloque	2	0.1096	0.0548	0.1161	3.63	N.S
Tratamiento	8	0.8696	0.1087	0.2303	2.59	N.S
Biosol	1	0.1067	0.1067	0.2261	4.49	N.S
Biol	3	0.0433	0.0144	0.0306	2.87	N.S
Biosol*BIOL	3	0.6300	0.2100	0.4450	3.23	N.S
Factorial Vs Adicional	1	0.0896	0.0896	0.1899	4.49	N.S
Error experimental.	16	7.5504	<b>0.4719</b>			
<b>Total</b>	26	8.5296				

Se puede observar que en todas las fuentes de variación no existe diferencia significativa, siendo su coeficiente de variabilidad de 1.38%; entonces se puede inferir que los tratamientos en estudio no presentaron ningún tipo de influencia respecto a la altura de planta.

#### 4.1.1 Curva de crecimiento del cultivo de cebolla



**Figura 1.** Curva de crecimiento a lo largo del periodo vegetativo para los diferentes tratamientos

Con respecto a la variable altura de planta podemos inferir que no existe una respuesta de la planta con respecto a las dosis de aplicación de los digestatos, esto se evidencia a lo largo del periodo vegetativo (Figura 1) y esto se debe probablemente a que el cultivo estaría tomando los nutrientes necesarios para su crecimiento vegetativo directamente del suelo producto de la mineralización de la materia orgánica contenida en el estiércol de vacuno previamente aplicado, estos resultados coinciden con lo reportado por Bello *et al.*, (2016) <sup>(41)</sup> quien evaluó diferentes niveles de Biol en el cultivo de cebolla y con lo reportado por Gallegos (2010) <sup>(56)</sup> quien evaluó diferentes niveles de Biol en cebolla china.

#### 4.2 Diámetro de bulbo final

En la tabla 4 se presentan los resultados del ANVA para diámetro de bulbo final (92 DDT)

**Tabla 4.** Análisis de varianza para diámetro de bulbo 92 DDT.

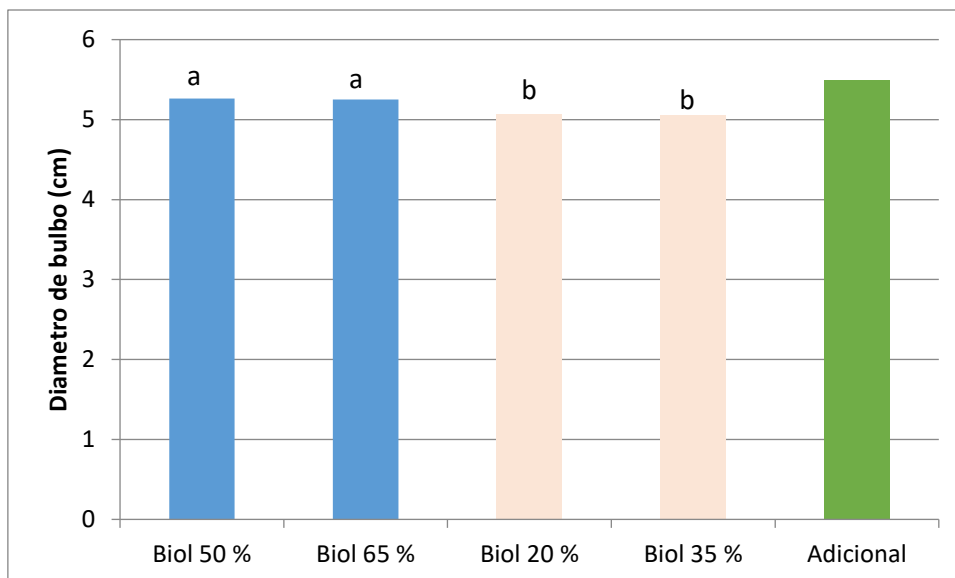
F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T	Sig.
Bloque	2	0.0007	0.0004	0.4275	3.63	N.S
Tratamiento	8	0.5561	0.0695	84.9008	2.59	*
Biosol	1	0.0004	0.0004	0.4885	4.49	N.S
Biol	3	0.2332	0.0777	94.9415	2.87	*
Biosol*BIO L	3	0.0036	0.0012	1.4656	3.23	N.S
Factorial Vs Adicional	1	0.3189	0.3189	389.4962	4.49	*
Error experimental	16	0.0131	<b>0.0008</b>			
<b>Total</b>	26	0.5699				

Se puede observar que en la fuente de Biol y en la comparación de factorial con el tratamiento adicional existe diferencia estadística significativa, el coeficiente de variabilidad fue de 3.48%; en tal sentido se realizó la prueba de Duncan para evaluar los efectos simples de la fuente de variación de Biol y se muestra a continuación:

**Tabla 5.** Efecto principal del factor Biol en promedio de los niveles del factor Biosol para diámetro de bulbo 92 DDT

Biol	Promedio del diámetro de bulbo(cm)	Significancia *
<b>Biol 50%</b>	5.26	a
<b>Biol 65%</b>	5.25	a
<b>Biol 20%</b>	5.07	b
<b>Biol 35%</b>	5.05	b
<b>Adicional</b>	5.50	-----

\*Promedios con letras iguales no son diferentes estadísticamente según la prueba de Duncan al 0.05%



**Figura 2.** Efecto principal del factor Biol en promedio de los niveles del factor Biosol para diámetro de bulbo 92 DDT

En la tabla 5 y figura 2 se observa que los niveles Biol 50% y Biol 65% son estadísticamente iguales entre si y estadísticamente diferentes a los niveles Biol 20% y Biol 35%, por lo que se puede inferir que el mejor nivel sería el de Biol 50% al propiciar diámetros de bulbo mayores a los otros niveles, sin embargo acorde a la Tabla 8, comparando este nivel con el tratamiento adicional (fertilización química) este resulta ser menor, mostrando diferencia estadística significativa para dicha comparación, estas diferencias se deban probablemente a la existencia de un efecto inhibitorio de los bioestimulantes cuando estos son aplicados en grandes cantidades (Nardi et al., 2015) <sup>(47)</sup> considerando además que el proceso de digestión anaeróbica es una biotecnología útil para producir bioestimulantes (Scaglia et al., 2017) <sup>(48)</sup>. Por otro la diferencia entre el tratamiento adicional (fertilización química) y los tratamientos con biol se deba a que estos producirían una reducción de la fracción disponible de P y micronutrientes para la planta (Möller y Müller, 2012) <sup>(49)</sup> considerando que el P tiene un efecto significativo en el diámetro de bulbo en cebolla, dicho efecto se manifiesta a través de una influencia en el desarrollo del bulbo afectando el rendimiento del mismo (Aliyu *et al.*, 2007) <sup>(50)</sup>.

### 4.3 Rendimiento

**Tabla 6. Análisis de varianza para rendimiento, categoría “primera” (kg.ha<sup>-1</sup>)**

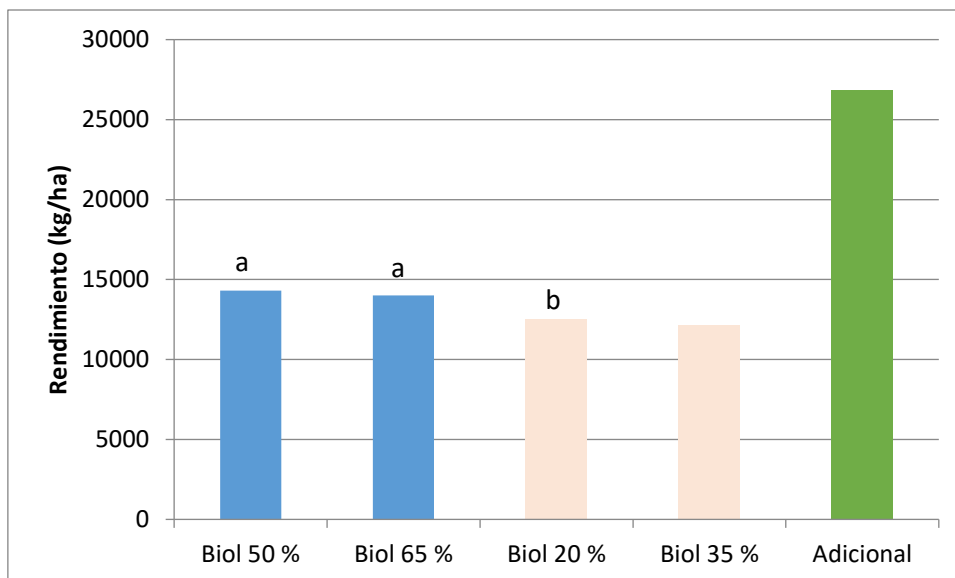
F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T	Sig.
Bloque	2	874244.1000	437122.0500	0.7638	3.63	N.S
Tratamiento	8	517116590.9000	64639573.8625	112.9523	2.59	*
Biosol	1	143707.4800	143707.4800	0.2511	4.49	N.S
Biol	3	20571641.1300	6857213.7100	11.9824	2.87	*
Biosol*Biol	3	5029336.7300	1676445.5767	2.9295	3.23	N.S
Factorial Vs Adicional	1	491371905.6000	491371905.6000	858.6320	4.49	*
Error experimental.	16	9156368.1000	<b>572273.0063</b>			
<b>Total</b>	26	527147203.2000				

Se puede observar que en la fuente de Biol y en la comparación de factorial con el tratamiento adicional existe diferencia estadística significativa, el coeficiente de variabilidad fue de 5.13 %; en tal sentido se realizó la prueba de Duncan para evaluar los efectos simples de la fuente de variación de Biol y se muestra a continuación:

**Tabla 7. Efecto principal del factor Biol en promedio de los niveles del factor Biosol rendimiento, categoría “primera”**

Biol	Promedio de rendimiento (kg.ha <sup>-1</sup> )	Significancia *
<b>Biol 50%</b>	14297.62	a
<b>Biol 65%</b>	14011.90	a
<b>Biol 20%</b>	12553.57	b
<b>Biol 35%</b>	12125.00	b
<b>Adicional</b>	26821.43	-----

\*Promedios con letras iguales no son diferentes estadísticamente según la prueba de Duncan al 0.05%



**Figura 3.** Efecto principal del factor Biol en promedio de los niveles del factor Biosol rendimiento, categoría “primera”

En la tabla 7 y figura 3 se observa que los niveles Biol 50% y Biol 65% son estadísticamente iguales entre si y estadísticamente diferentes a los niveles Biol 20% y Biol 35%, por lo que se puede inferir que el mejor nivel sería el de Biol 50% al propiciar mayores rendimientos en comparación a los otros niveles, sin embargo acorde a la Tabla 10, comparando este nivel con el tratamiento adicional (fertilización química), quien evaluó la aplicación de niveles de biol bovino (0%, 25%, 50%, 75% y 100%) en el cultivo de cebolla obteniendo como mejor resultado el nivel de 50% de biol bovino en lo referente a la variable peso final de bulbo (Tancara, 2014) <sup>(51)</sup>.

#### 4.4 Materia seca de bulbo

**Tabla 8. Análisis de varianza para porcentaje de materia seca \***

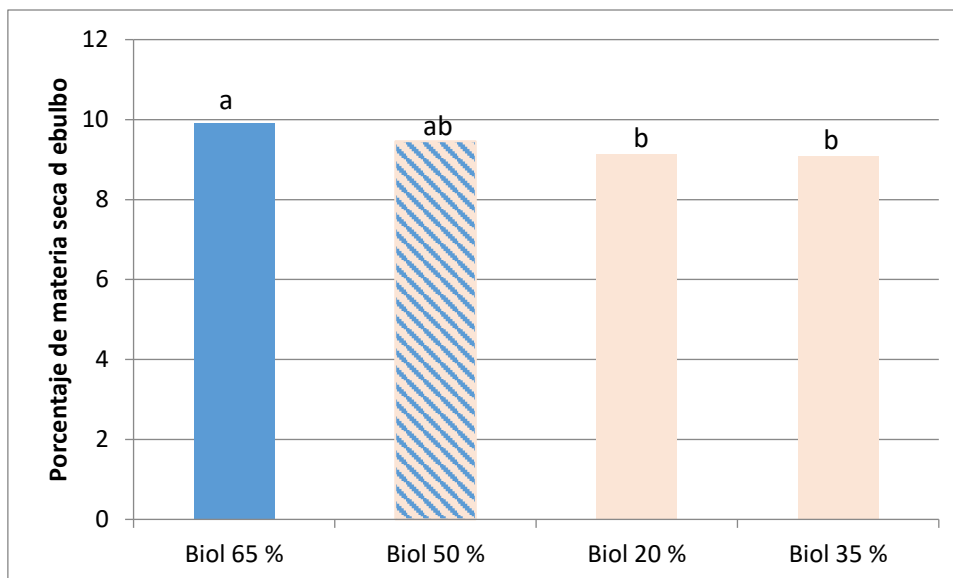
F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T	Sig.
Bloque	2	3.3475	1.6738	8.6717	3.63	*
Tratamiento	8	2.8595	0.3574	1.8519	2.59	N.S
Biosol	1	0.0396	0.0396	0.2052	4.49	N.S
Biol	3	2.5399	0.8466	4.3864	2.87	*
Biosol*BIOI	3	0.0873	0.0291	0.1508	3.23	N.S
Factorial Vs Adicional	1	0.1927	0.1927	0.9984	4.49	N.S
Error experimental.	16	3.0882	<b>0.1930</b>			
<b>Total</b>	26	9.2953				

\*Resultados obtenidos en base a valores sometidos a transformación angular, por tratarse de valores porcentuales.

Se puede observar que en su fuente de variación Biol que existe diferencia estadística significativa mientras que en las demás fuentes de variación no existe diferencia estadística significativa, asimismo el coeficiente de variabilidad fue de 2.6 %. En tal sentido se realizó la prueba de Duncan para evaluar los efectos simples de la fuente de variación Biol, la cual se muestra a continuación:

**Tabla 9. Efecto principal del factor Biol en promedio de los niveles del factor Biosol para porcentaje de materia seca**

Biol	Materia seca (%)	Significancia *
<b>Biol 65%</b>	9.92	a
<b>Biol 50%</b>	9.46	a b
<b>Biol 20%</b>	9.13	b
<b>Biol 35%</b>	9.09	b



**Figura 4.** Efecto principal del factor Biol en promedio de los niveles del factor Biosol para porcentaje de materia seca.

En la tabla 9 y figura 4 se observa que los niveles Biol 65% y Biol 50% son estadísticamente iguales entre sí. EL nivel Biol 65% mostró ser estadísticamente diferente a los niveles Biol 20% y Biol 35%, mientras que el nivel Biol 50% no mostro diferencia estadística significativa con los niveles Biol 20% y Biol 35%, por lo que se puede inferir a un mayor porcentaje de Biol propiciaría un aumento en el contenido materia seca del bulbo, considerando que el potasio y el nitrógeno son los elementos presentes en el mayor porcentaje en la materia seca en cebolla (De Resende y Costa, 2014) <sup>(52)</sup> y que el N y K acumulado en las hojas durante el período de crecimiento vegetativo se traslada de las hojas a los bulbos en su desarrollo y en su etapa de maduración (Thangasamy, 2015) <sup>(53)</sup> se puede inferir que la alta disponibilidad de N (NH<sub>4</sub>) dada por los digestatos <sup>(49)</sup> y al alto contenido de potasio disponible (Finck, 1988) <sup>(54)</sup>, debido a las características de la Irrigación Majes (suelos áridos), propiciaron estos resultados más aun acorde a lo reportado por Kandil (2013) donde señala que el contenido de materia seca en el bulbo no se ve afectado por la fertilización fosfórica <sup>(55)</sup>.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se llevó a cabo este experimento se concluye lo siguiente:

1. El mejor nivel de digestato sólido (biosol) para la producción de cebolla en zonas áridas esta entre 2 y 4 t.ha<sup>-1</sup> no habiendo diferencia estadística significativa entre ambos niveles.
2. En cuanto al mejor nivel de digestato líquido (biol), se encontró que el mejor fue el de 50%, niveles más altos no demostrarían una mejora en el rendimiento del cultivo.
3. Aplicando 65% de digestato líquido (biol), en cuanto a materia seca, se concluye que a mayor cantidad de digestato líquido (biol) se incrementa la cantidad de materia seca.

## CAPITULO VI

### RECOMENDACIONES

1. Se sugiere evaluar la interacción entre de los mejores niveles de biol y biosol determinados en este estudio con aplicaciones de otras fuentes de fertilizantes orgánicos como gallinaza o guano de isla.
2. Se recomienda evaluar el efecto de biol y biosol aplicado a otros cultivos y en otras zonas de estudio.



## CAPITULO VII

### BIBLIOGRAFIA

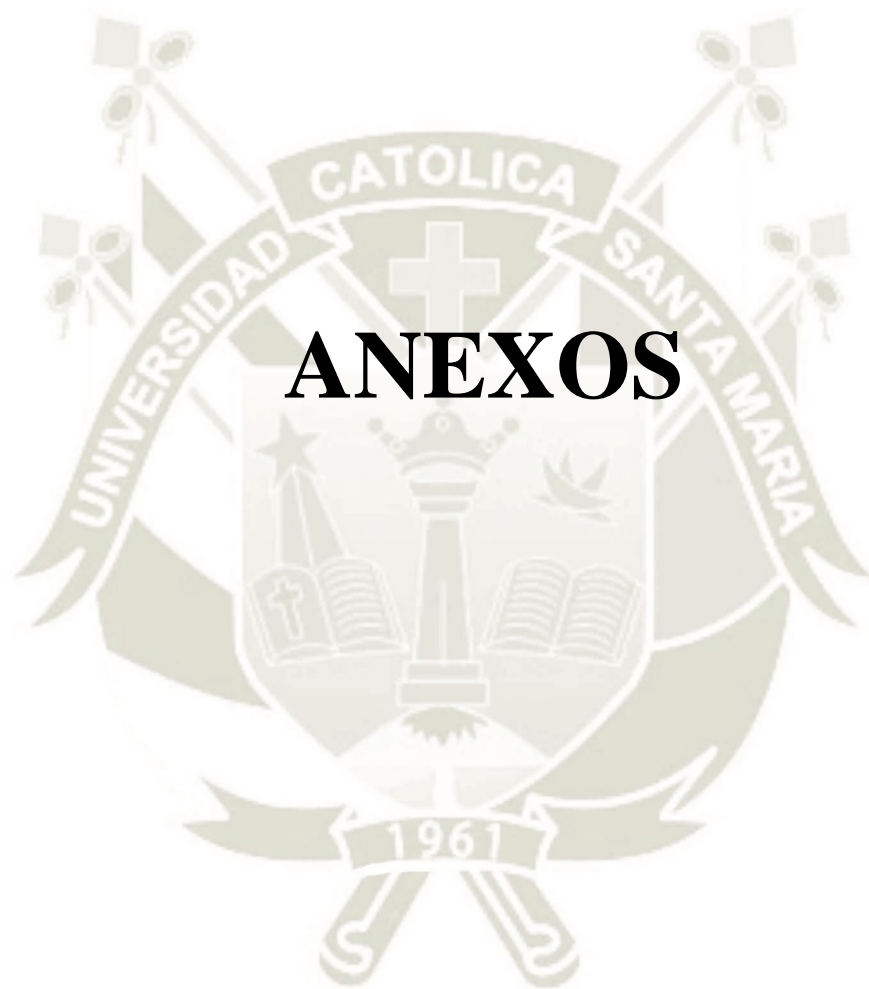
- [1] Valadez, L. A. (1998). *Producción de hortalizas*. 1ra. Ed. Ed. Limusa. México D. F. 298 pp.
- [2] Siap-Sagarpa(2009). *Estadísticas de la producción de cebolla*. Datos disponibles en internet [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=351](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351)(Consultada el 3 de agosto de 2010).
- [3] Iurman, D. (2012), Aspectos del mercado de cebolla. Producción, exportación e importación. EEA -Hilario Ascasubi. Ed INTA, p22
- [4] PERAT, 2004 Paquete Tecnológico. Serie N°3 Cultivo de Cebolla
- [5] Colque, T., Rodríguez D., Mujica A., Canahua A., Apaza V. 2005, “Producción de biol abono líquido natural y ecológico” Proyecto química orgánica, Scaragri, INIA. Puno, Perú. 2 y 3 p
- [6] Guerrero, O. Nely (2010). Comportamiento del cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.) con diferente tipos de fertilizantes en las condiciones edafoclimaticas de la UBPC Playuela de la Empresa Azucarera Majibacoa. Trabajo de Diploma en Opción al Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Las Tunas. 52 p
- [7] Aparcana, S. 2008. Estudio sobre el valor fertilizante de los productos del proceso “Fermentación anaeróbica” para la producción de biogás. Professional energy and environmental consultancy. Perú.
- [8] Mendizabal Nieto Yerko Ted. 2003. Evaluación del efecto de biol, bioactivos y fertilización potásica en el rendimiento y calidad del maíz morado. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo- UNALM. Lima, Perú. 30-31pp
- [9] Tardillo, G. 2008. Situación actual de las Energías Renovables en el Perú. Recuperado de [http://intranet2.minem.gob.pe/web/archivos/ogp/GVEP/talleres/expo\\_tarapoto.pdf](http://intranet2.minem.gob.pe/web/archivos/ogp/GVEP/talleres/expo_tarapoto.pdf)
- [10] Salazar G., G. 2012. Los digestores: Una alternativa energética en la porcicultura y un medio para evitar la contaminación. SARH-INIFAP-CIPAC. Campo Experimental Centro de Jalisco. Guadalajara, Jalisco, México
- [11] Deublein D.; Steinhauser A.. “Biogas from waste and renewable resources: An introduction” WileyVCH Verlag GmbH &Co KGaA, Weinheim. 443p,(2008)
- [12] Soria Fregoso, M. de J.; Ferrera-Cerrato, R.; Etchevers Barra, J.; Alcántar González, G.; Trinidad Santos, J.; Borges Gómez, L. and Pereyda Pérez, G. 1998. Produccion de biofertilizantes mediante biodigestión de excreta liquida de cerdo Rev. Terra 19: 353-362 Valencia ,España
- [13] Varnero, MT; Faúndez, P; Santibañez,C. 2004. “Evaluación de lodo fresco y compostado como materia prima para la elaboración de sustrato”, Actas del Simposio de las Ciencias del Suelo- Residuos orgánicos y su Uso en Sistemas Agroforestales-, 361-365, Temuco- Chile
- [14] El Buho, UCSM puso en marcha planta experimental de biogás HPTC, Arequipa 2014 Setiembre 6.

- [15] Izquierdo, J., PALTRIENERI, G. Y ARIAS, C. 1992 Producción, pos cosecha, procesamiento y comercialización de ajo, cebolla, y tomate. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. 413 pp.
- [16] Vallejo, F. Y ESTRADA, E. 2004. Producción de Hortalizas de Clima cálido. Universidad Nacional de Colombia 142 – 168 pp.
- [17] Salumke D. K. Y KADAM S. S. 2003 Tratado De Ciencia Y Tecnología De Las Hortalizas, Editorial Kadam. España P 381 – 404
- [18] Mantilla, A. 1994. Separata del curso de olericultura . copias mimeografías. 50 pp
- [19] Brewster J. 1994. Onions and other vegetable alliums. Horticultural Research international. Wellesbourne – United Kingdom
- [20] Weaver, R.J. 1985 reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura 4ta Reimpresión. Editorial Trillas. México 622 pp
- [21] 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
- [22] 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
- [23] Anculle, A. 1995. I curso regional de producción y manejo de cebolla para exportación. CIP Arequipa – Perú. Pp. 1 – 32
- [24] Maroto B. J. 1995 Horticultura Herbácea Especial 4ta Edición Ediciones Mundi Prensa España P 123 – 142
- [25] Vallejo, F. Y ESTRADA, E. 2004. Producción de Hortalizas de Clima cálido. Universidad Nacional de Colombia 142 – 168 pp
- [26] Casseres, E. 1980. Producción de Hortalizas. Tercera Edición. Edit. IICA. San Jose – Costa Rica- 307 pp
- [27] Currah, L and J., PROCTOR. 1990. Onions in tropical regions. Natural resources Institute. United Kingdom. Bulletin 35
- [28] Maluf, W.R.2009. Fotoperiodo en la producción de la cebolla. Apostila: Curso de oleicultura. Dep Agricultura. Universidad Federal de Lavras, UFLA. Brazil 4 p. disponible en [http://www3.ufla.br/%7Ewrmaluf/cebola2001\\_Fotoperiodo](http://www3.ufla.br/%7Ewrmaluf/cebola2001_Fotoperiodo)
- [29] Villalobos, M. 1997. Producción de cebolla dulce para exportación. Curso Regional. Chimbote – Perú
- [30] Granberry, D and TERRY, K. 2000. Dry Bulb Onions, Commercial Vegetable Production. Georgia University. 10 pp. USA
- [31] Catacora, E. 1997. Producción de cebolla dulce para exportación. Curso regional. Chimbote Perú
- [32] Asgrow Seed Company, 1995. Informe Agronómico. Manejo de la producción de cebollas de días cortos, 12 p
- [33] Gonzales L. 2003. Efecto de la fertilización nitrogenada y de la aplicación de manganeso y zinc, bajo dos modalidades: al suelo vía fertirrigación y a la planta vida aspersión foliar; en el rendimiento del cultivo de cebolla, *Allium cepa* L., Cv. Roja arequipeña. Tesis Mg Sc. Universidad Nacional agraria la Molina
- [34] Cerna, L. 2011 Manual De Olericultura, Editorial UPAO Perú P 138 – 139

- [35] Nicho, P 2003. Cultivo De Cebolla. Instituto De Investigación Y Extensión Agraria, Estación Experimental Donoso – Huaral Proyecto De Hortalizas. 3 PP
- [36] Brewster J. 2001. Las cebollas y otros alliums. Edit. Acribia, Zaragoza. España
- [37] Altieri, M.A. (2002). Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables en: Agroecológica: principios y estrategias para diseñar una agricultura que conserva recursos naturales y asegura la soberanía alimentaria. Ediciones Científicas Americanas. Universidad de California, Berkeley. 192 p.
- [38] Fundora, L. R., González, J., Ruiz L. A., Cabrera, J. A. (2009). Incrementos en los rendimientos del cultivo de boniato por la utilización combinada de fitoestimulante FitoMas® -E y el biofertilizante Ecomic® en condiciones de producción. Cultivos Tropicales, Vol. 30, no. 3, p. 14-17
- [39] Velázquez, M., Ulloa, J. y Arce, F. (2013). Bacterias lácticas: importancia en alimentos y sus efectos en la salud. *Revista Fuente*, 2 (7), 1-16. Recuperado de <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/03-07/1.pdf>
- [40] Arévalo, J. 1998. Efecto del bioabono líquido en la producción de pastos y en la fertilidad del suelo. pp 25
- [41] Bello Moreira (2016), Fertilización foliar con biol en cebolla de bulbo (*Allium cepa L.*) valorando rendimiento
- [42] Insam H, GOMEZ – BRAND, ASCHER J. Manure-based biogás fermentation residues e Friendo r foe of soil fertility? *Soil Biology & Biochemistry*. 84 1 – 14. ELSEVIER. (2015)
- [43] Pérez J, (2017), Efecto De Concentraciones Y Frecuencias De Aplicación Del Biol En El Cultivo De Rábano Chino (*Raphanus sativus L. Var. longipinnatus*) En La Estacion Experimental De Cota Cota – La Paz
- [44] Tipantiza S. (2017), “Influencia de bioestimulantes naturales, en el rendimiento del cultivo de cebolla de bulbo (*Allium cepa L.*) Var Burguesa
- [45] Tancara L. (2014), Evaluación De Niveles De Biol Bovino En El Cultivo De Cebolla (*Allium Cepa L.*) Bajo Riego Por Goteo En La Estación Experimental De Choquenaira
- [46] Moreira, B.; Delgado, V.; Baque, V.; Chila, M.; Muentes, A.; Chancay, A. 2016. Fertilización foliar con biol en cebolla de bulbo ( *Allium cepa l .* ) valorando rendimiento. *Ciencias Agronomicas*, 1: 17–25
- [47] Nardi, S.; Pizzeghello, D.; Schiavon, M.; Ertani, A. 2016. Plant biostimulants: physiological responses induced by protein hydrolyzed-based products and humic substances in plant metabolism. *Scientia Agricola*, 73(1), 18–23. <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2015-0006>
- [48] Scaglia, B.; Pognani, M.; Adani, F. 2017. The anaerobic digestion process capability to produce biostimulant: the case study of the dissolved organic matter (DOM) vs. auxin-like property. *Science of the Total Environment*, 589, 36–45. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.02.223>
- [49] Möller, K.; Müller, T. 2012. Effects of anaerobic digestion on digestate nutrient availability and crop growth: A review. *Engineering in Life Sciences*, 12(3), 242–257. <https://doi.org/10.1002/elsc.201100085>
- [50] Aliyu,U.; Magaji, M.D; Sing, A.; Mohammed, S.G.. 2007. Growth and Yield of onion (*Allium cepa L.*) as influenced by Nitrogen and P hosohorous Levels. *Agricultural Research*.

- [51] Tancara. L. 2014. Evaluación de niveles de biol bovino en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) bajo riego por goteo en la estación experimental de Choquenaira. Tesis Ing. Agronomo. Universidad mayor de San Andrés Facultad de Agronomía
- [52] De Resende, G. M.; Costa, N. D. 2014. Effects of levels of potassium and nitrogen on yields and post-harvest conservation of onions in winter. *Revista Ceres*, 61(4), 572–577. <https://doi.org/10.1590/0034-737X201461040018>
- [53] Thangasamy, A. 2016. Quantification of Dry-Matter Accumulation and Nutrient Uptake Pattern of Short Day Onion (*Allium cepa* L.). *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 47(2), 246–254. <https://doi.org/10.1080/00103624.2015.1118116>
- [54] Finck, A. 1988. Fertilizantes y fertilización: fundamentos y métodos para la fertilización de los cultivos. Barcelona, España: Editorial Reverté
- [55] Kandil, A. A.; Sharief, A. E.; Fathalla, F. H. 2013. Effect of Organic and Mineral Fertilizers on Vegetative Growth , Bulb Yield and Quality of Onion Cultivars. *ESci Journal of Crop Production*, 02(03), 91–100
- [56] Gallegos S. 2010. Dosis y momento de aplicación de abono líquido (biol) en el cultivo de cebolla china (*Allium fistulosum*) variedad criolla en la localidad de lamas – San Martín, Perú. Tesis Ing. Agronomo. Universidad Nacional de San Martin
- [57] Álvarez, H. J. C.; Aguirre, d. A. Y venegas, F. S. Producción de biofertilizante líquido a base de estiércoles y compuestos orgánicos en Michoacán, México. XII Congreso Nacional de Ciencias Agronómicas. Abril 28-30, 2010. Chapingo, México pp. 72-73 (2010).
- [58] Álvarez, F. Preparación y usos del biol. Soluciones prácticas. Disponible en [www.infoandina.org](http://www.infoandina.org) (2010).
- [59] Álvarez, h, j, c.; Venegas, F, S.; Soto A, C.; Chávez v, a. Y Zavala S, L.; Uso de fertilizantes químicos y orgánicos en cebolla (*Allium cepa* L.) en Apatzingán, Michoacán, México (2011)
- [60] Bernal, M., & ROJAS, P. Optimización del proceso de elaboración y el uso de los abonos biofermentados (biol). Cuenca, Ecuador: Tesis pregrado Ingeniería Agronómica, Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias (2014).
- [61] Cardoso, E. Evaluación de abonos orgánicos en el cultivo biológico de la cebolla (*Allium cepa* L.) en el sur de la provincia de Buenos Aires, Argentina. (2016)
- [62] Cajamarca, D. “Procedimientos para la elaboración de abonos orgánicos “. Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 59p. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3277/1/TESIS.pdf> (2012)
- [63] Chacón, T. Evaluación de diferentes niveles de abono foliar (BIOL) en la producción del forraje del (Medicago sativa) en la estación experimental TUNSHI. Tesis de Ing. Agrónomo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Escuela de Ciencias Pecuarias. Pág. 4-58 (2011).
- [64] Fonseca, R. F., Santos, R. S., Tornés, K. A., Domínguez, D. C., Machado, A. E., Km, C. B. M., & Cuba, B. G. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L) variedad Texas Early Grano en suelos fluvisoles de la provincia Granma. *Revista Granma Ciencia*. 16(2), p6. (2012)
- [65] Fonag (Fondo para la protección del agua). Manual para la elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos. EE. UU. P. 9 (2010)

- [66] Gómez, L. Proceso de Compostaje. <http://es.scribd.com/doc/43474971/Proceso-De-Compostaje> (2010)
- [67] Jiménez, E. Aplicación de Biol y fertilización Química en la rehabilitación de praderas, “Aloag – Pichincha”. Tesis Ing. Agropecuario. Escuela Politécnica del Ejército. Sangolquí. Pág. 68. (2011)
- [68] Leconte, M. C. Efecto del agregado de estiércol de gallina en el compostaje de aserrín y cascarilla de arroz. En tesis de Doctorado Universidad Nacional del Noreste. Corrientes (2010)
- [69] Mazatan, M. Abonos Líquidos o Biofertilizantes. Disponible en [http://www.academia.edu/10684430/Los\\_Abonos\\_L%C3%ADquidos\\_o\\_Biofertilizantes](http://www.academia.edu/10684430/Los_Abonos_L%C3%ADquidos_o_Biofertilizantes) (2015)
- [70] Mourão, I., Brito, I. M., & Coutinho, J. Influência da dose e época de aplicação de um compostado na cultura de cebola biológica. *Revista de Ciências Agrárias*, 34(2), 106-116. (2011).
- [71] Restrepo, J., & Hensel, J. *Abc DE LA agricultura orgánica, fosfitos y panes de piedra*. Mexico, Colombia: Feriva S.A. (2013)
- [72] Ruiz, A. "Mejora de las condiciones de vida de las familias porcicultoras del Parque Porcino de Ventanilla, mediante un sistema de biodigestion y manejo integral de residuos sólidos y líquidos," Editorial Creative Commons. 3ra Edición - Perú. (2010)



# ANEXOS

## ARCHIVOS FOTOGRÁFICOS



*Preparación de terreno*



*Aplicación de biosol*



*Cultivo de cebolla, 10 de Marzo*



*Cultivo de cebolla, 13 de Marzo*



*Cultivo de cebolla, 04 de Abril*



*Cultivo de cebolla, 20 de Abril*



*Cultivo de cebolla, 02 de Mayo*



*Cultivo de cebolla, 21 de Mayo*



*Cultivo de cebolla, 07 de Junio*



*Cultivo de cebolla, 16 de Junio*



*Cosecha de cebolla, 21 de Junio*



*Cosecha de cebolla, 21 de Junio*



**Peso fresco de las cebollas** – Laboratorio UCSM



**Peso seco de las cebollas** – Laboratorio UCSM