

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA FACULTAD DE
CIENCIAS E INGENIERÍAS BIOLÓGICAS Y QUÍMICAS ESCUELA
PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
Y AGRÍCOLA**



**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE MICORRIZAS COMBINADAS CON
ABONOS ORGANICOS EN LA PRODUCCION DE TUBERCULILLOS
DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) var. UNICA, BAJO CONDICIONES
DE INVERNADERO. AREQUIPA- 2015**

**Tesis presentada por el Bachiller
RENATO GONZALO ESTREMADOYRO LAM
Para optar el Título Profesional de
INGENIERO AGRÓNOMO**

**AREQUIPA – PERÚ
2016**

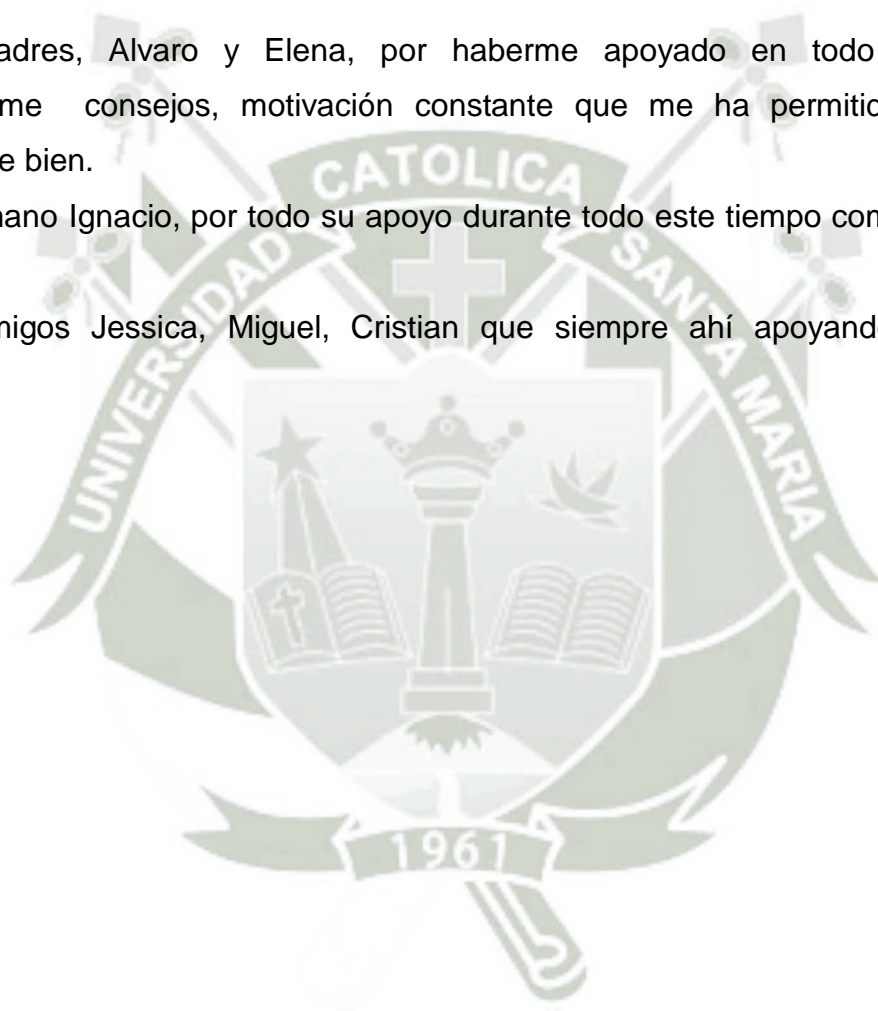
DEDICATORIA

A mis padres, Alvaro y Elena, por haberme apoyado en todo momento, brindándome consejos, motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien.

A mi hermano Ignacio, por todo su apoyo durante todo este tiempo comprensión y paciencia.

A mis amigos Jessica, Miguel, Cristian que siempre ahí apoyando en todo momento.

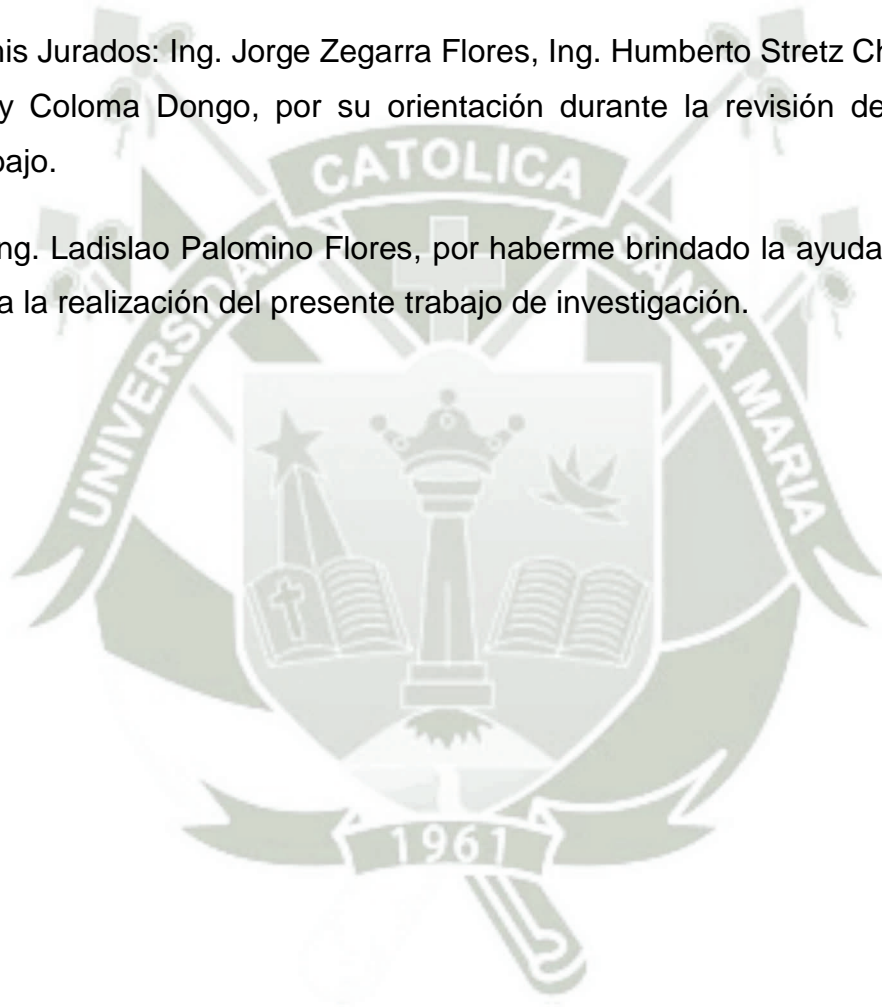
¡Gracias!





AGRADECIMIENTO

- § A mi Asesor Ing. José Miguel Torres Lizárraga, por su orientación y apoyo brindado en la realización del presente trabajo de investigación.
- § A mis Jurados: Ing. Jorge Zegarra Flores, Ing. Humberto Stretz Chávez, Ing. Froy Coloma Dongo, por su orientación durante la revisión del presente trabajo.
- § Al Ing. Ladislao Palomino Flores, por haberme brindado la ayuda necesaria para la realización del presente trabajo de investigación.



INDICE

	Pág.
TÍTULO	
DICTAMEN PLAN DE TESIS	
PRE DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS	
AGRADECIMIENTO	
DEDICATORIA	
INDICE	III
INDICE DE CUADROS	VI
INDICE DE GRÁFICOS	VII
INDICE DE FOTOGRAFÍAS	VIII
INDICE DE ANEXOS	IX
RESUMEN	XI
SUMMARY	XIII
CAPITULO I	
I.INTRODUCCION	1
1.1. GENERALIDADES	1
1.2. JUSTIFICACION	1
1.3. HIPOTESIS	2
1.4. OBJETIVOS	3
CAPITULO II	
II. REVISION DE LITERATURA	4
2.1. CULTIVO DE PAPA	4
2.1.1. ORIGEN DE LA PAPA	4
2.1.2. CARACTERISTICAS BOTANICAS DE LA PAPA	5
2.1.3. FISIOLOGIA DE LA PAPA	6
2.1.4. FASES DEL CULTIVO PAPA	8
2.1.5. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMATICOS	9
2.1.6. MANEJO DEL CULTIVO PAPA	12
2.1.7. RIEGO DEL CULTIVO PAPA	15
2.1.8. DESHIERBO CULTIVO PAPA	16
2.1.9. APORQUE EN CULTIVO PAPA	16
2.1.10. PLAGAS Y ENFERMEDADES DE CULTIVO PAPA	16
2.1.11.CORTE DEL FOLLAJE	18

2.1.12.COSECHA	18
2.2. MICORRIZAS	18
2.2.1.DESCRIPCION DE LAS MICORRIZAS	18
2.2.2. IMPORTANCIA DE LAS MICORRIZAS	21
2.2.3. ETAPAS DE LA COLONIZACION DE LAS MICORRIZAS	22
2.2.4. EFECTO DE LAS MICORRIZAS	24
2.3. MATERIA ORGANICA	28
2.3.1. FUENTES DE MATERIA ORGANICA	29
2.4. TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN REALIZADOS	36
III. MATERIALES Y METODOS	40
3.1. UBICACIÓN DEL AREA EXPERIMENTAL	40
3.2. FECHA DE INICIO Y TÉRMINO	40
3.3. HISTORIAL DEL CAMPO EXPERIMENTAL	40
3.4. CLIMATOLOGIA	41
3.5. RECURSO AGUA	43
3.6. RECURSO SUELO	43
3.7. MATERIALES Y METODOS	43
3.7.1. MATERIALES	43
3.7.2. METODOLOGIA	47
3.8. COMPONENTES EN ESTUDIO	50
3.9. DISEÑO EXPERIMENTAL	52
3.10. CROQUIS EXPERIMENTAL	53
3.11. EVALUACIONES REALIZADAS	55
3.11.1. ALTURA DE PLANTAS	55
3.11.2. NUMERO DE TALLOS POR PLANTA	55
3.11.3. NUMERO DE TUBERCULILLOS POR PLANTA	55
3.11.4. DIAMETRO POLAR DE TUBERCULILLOS	56
3.11.5. DIAMETRO ECUATORIAL DE TUBERCULILLOS	57
3.11.6. GRADO DE SENESCENCIA DE LAS PLANTAS A COSECHA	58
3.12. PROCESAMIENTO DE DATOS	58

V. RESULTADOS	59
5.1. ALTURA DE PLANTAS	65
5.2. NUMERO DE TALLOS POR PLANTA	67
5.3. NUMERO DE TUBERCULILLOS POR PLANTA	69
5.4. DIAMETRO POLAR DE TUBERCULILLOS	70
5.5. DIAMETRO ECUATORIAL DE TUBERCULILLOS	70
5.6. GRADO DE SENESCENCIA DE LAS PLANTAS A COSECHA	72
V. DISCUSION	74
VI. CONCLUSIONES	79
VII. RECOMENDACIONES	80
VIII. BIBLIOGRAFIA	81



LISTA DE CUADROS

CUADRO 1	Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Altura de plantas de tuberculillos de papa a 45 dds.	60
CUADRO 2	Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Altura de plantas de tuberculillos de papa a 60 dds.	61
CUADRO 3	Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Altura de plantas de tuberculillos de papa a 75 dds.	63
CUADRO 4	Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Altura de plantas de tuberculillos de papa a la cosecha.	64
CUADRO 5	Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Número de tallos/planta.	66
CUADRO 6	Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Número de tuberculillos/planta.	68
CUADRO 7	Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Diámetro polar de tuberculillos/planta a la cosecha.	69
CUADRO 8	Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Diámetro ecuatorial de tuberculillos/planta a la cosecha.	71
CUADRO 9	Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Grado de Senescencia de tuberculillos/planta a la cosecha.	72

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRAFICO 1	Variación de Temperaturas máxima y mínima en Invernadero Mes de Junio 2015	41
GRAFICO 2	Variación de Temperaturas máxima y mínima en Invernadero Mes de Julio 2015	42
GRAFICO 3	Variación de Temperaturas máxima y mínima en Invernadero Mes de Agosto 2015	42
GRAFICO 4	Altura de plantas de tuberculillos a los 45 dds.	60
GRAFICO 5	Altura de plantas de tuberculillos a los 60 dds.	62
GRAFICO 6	Altura de plantas de tuberculillos a los 75 dds.	63
GRAFICO 7	Altura de plantas de tuberculillos a los 90 dds (cosecha).	65
GRAFICO 8	Número de tallos por planta	66
GRAFICO 9	Número de tuberculillos por planta	68
GRAFICO 10	Diámetro polar de tuberculillos	70
GRAFICO 11	Diámetro ecuatorial de tuberculillos	71
GRAFICO 12	Grado de Senescencia de tuberculillos	73

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFIA 1.	Ubicación del campo experimental	40
FOTOGRAFIA 2.	Vista del Invernadero para el estudio	44
FOTOGRAFIA 3.	Tuberculillo para propagación	45
FOTOGRAFIA 4.	Sustratos para los tuberculillos	46
FOTOGRAFIA 5.	Preparación de los sustratos	47
FOTOGRAFIA 6.	Riego por goteo en tuberculillos	49
FOTOGRAFIA 7.	Cosecha de tuberculillos	50
FOTOGRAFIA 8.	Unidades experimentales con abonos orgánicos	51
FOTOGRAFIA 9.	Unidades experimentales dentro de bloques	53
FOTOGRAFIA 10.	Unidad experimental	54
FOTOGRAFIA 11.	Altura de plántulas de papa	55
FOTOGRAFIA 12.	Número de Tuberculillos/planta	56
FOTOGRAFIA 13.	Diámetro polar de tuberculillos	57
FOTOGRAFIA 14.	Diámetro de tuberculillos	57

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 01	Registro Meteorológico de la Estación La Pampilla. SENAMHI. 2015.	86
ANEXO 02	Análisis de agua de regadío Fundo "Dolores". Arequipa	86
ANEXO 03	Análisis de compost	87
ANEXO 04	Análisis de guano de isla	87
ANEXO 05	Análisis de gallinaza	88
ANEXO 06	Altura de plantas de tuberculillos de papa a los 45 días después de la siembra.	88
ANEXO 07	Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plantas de tuberculillos de papa a los 45 días después de la siembra.	89
ANEXO 08	Altura de plantas de tuberculillos de papa a los 60 días después de la siembra.	89
ANEXO 09	Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plantas de tuberculillos de papa a los 60 días después de la siembra.	90
ANEXO 10	Altura de plantas de tuberculillos de papa a los 75 días después de la siembra.	90
ANEXO 11	Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plantas de tuberculillos de papa a los 75 días después de la siembra.	91
ANEXO 12	Altura de plantas de tuberculillos de papa a la cosecha.	91
ANEXO 13	Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plantas de tuberculillos de papa a la cosecha.	92
ANEXO 14	Número de tallos/planta en tuberculillos de papa.	92
ANEXO 15	Análisis de Varianza (ANVA) para Número de tallos/ plantas de tuberculillos de papa a la cosecha.	93
ANEXO 16	Número de tuberculillos/planta en papa.	93
ANEXO 17	Análisis de Varianza (ANVA) para el Número de tuberculillos/planta	94
ANEXO 18	Diámetro Polar de tuberculillos a la cosecha	94
ANEXO 19	Análisis de Varianza (ANVA) para el Diámetro Polar de tuberculillos a la cosecha	95
ANEXO 20	Diámetro Ecuatorial de tuberculillos a la cosecha	95
ANEXO 21	Análisis de Varianza (ANVA) para el Diámetro Ecuatorial de	96

	tuberculillos a la cosecha	
ANEXO 22	Grado de Senescencia en tuberculillos de papa	96
ANEXO 23	Análisis de Varianza (ANVA) para el Grado de Senescencia en tuberculillos de papa	97



RESUMEN

Este trabajo de Investigación se realizó en el Fundo “Dolores” en el Distrito de José Luis Bustamante y Rivero, Provincia de Arequipa, Región Arequipa. Geográficamente se halla a 16° 24' 49" de Latitud Sur, 71° 31' 35" de Longitud Oeste y a una altura de 2 347 m.s.n.m., bajo condiciones de invernadero. La instalación del cultivo de papa se realizó en el mes de junio del 2015.

Se utilizó tuberculillos de Var. Única, libres de enfermedades obtenido de la Estación Experimental Andenes- Cuzco. Para la siembra se utilizó jabas 50 cm x 40 cm fueron forradas con plástico, utilizando como sustrato tierra de chacra, piedra pómez y arena (2:1:1).

La aplicación de las micorrizas fue de 8 gr. por cada tratamiento (4 gr/ jaba), los abonos orgánicos se aplicó a los tratamientos; se aplicaron a los sustratos y se mezclaron homogéneamente antes de la siembra de los tuberculillos.

El diseño experimental se utilizó fue de Bloques Completos al Azar, con nueve tratamientos y 3 repeticiones, cada unidad experimental fue de dos jabas, colocando un tuberculillo en cada uno.

Los tratamientos en estudio fueron: T1 (Micorriza), T2 (Micorriza+ Guano de isla), T3 (Micorriza+ Compost), T4 (Micorriza+ Gallinaza), T5 (Micorriza + Guano de isla + Compost), T6 (Micorriza + Guano de isla + Gallinaza), T7 (Micorriza + Gallinaza + Compost), T8 (Micorriza + Guano de isla + Compost + Gallinaza) y T9 (Testigo).

Las variables evaluadas son Altura de planta a los 45, 60, 75 y cosecha, Número de Tallos/Planta, Senescencia, Número de Tuberculillos/Planta, Diámetro Polar y Ecuatorial.

Se puede concluir que en relación a la altura de plantas el tratamiento fue T8 (Micorriza + Guano de isla + Compost + Gallinaza), en las distintas evaluaciones a los 45, 60, 75 y cosecha (29.67, 40.33, 64 y 69).

Con el T8 (Micorriza + Guano de isla + Compost + Gallinaza), de igual forma tuvo el mayor Número de Tallos/ Planta, fue de 3 tallos.

En cuanto a la Senescencia las que tuvieron mejor comportamiento fue T8 (Micorriza + Guano de isla + Compost + Gallinaza), T5 (Micorriza + Guano de isla + Compost) y T1 (Micorriza), que de acuerdo a la Escala del CIP alcanzaron un grado de 3.

En cuanto al Número de Tuberculillos/Planta, el mayor Número de Tuberculillos lo presentó T8 (Micorriza + Guano de isla + Compost + Gallinaza), con un promedio de 49.26.

En cuanto al Diámetro Polar y Ecuatorial se obtuvo de igual forma T8 (Micorriza + Guano de isla + Compost + Gallinaza), con medidas 49.26 mm y 38.43 mm respectivamente.



SUMMARY

This research was conducted in Arequipa Fundo "Dolores" in the District of José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa Province, Region. Geographically it is at 16 ° 24 '49 "south latitude, 71 ° 31' 35" west longitude at an altitude of 2347 meters, under greenhouse conditions. The installation of potato cultivation took place in June 2015.

Var tuberlets were used Unique, free of disease obtained from Cuzco Andenes Experimental Station. To the sowing were used crates 50 cm x 40 cm were covered with plastic as a substrate using farm land, pumice and sand (2:1:1)

The application of mycorrhizae was 8 gr. Per treatment (4 gr/ crate) organic fertilizers applied to treatment. They were applied to substrates and homogeneously mixed before planting of minitubers. The experimental design used was randomized complete block with nine treatments and 3 repetitions each experimental unit was two crates, placing a tuberlet in each.

The treatments in study were T1 (mycorrhizal), T2 (mycorrhizal + Guano Island), T3 (mycorrhizal + compost), T4 (mycorrhizal + Gallinaza) , T5 (mycorrhizal + Guano Island + Compost) , T6 (mycorrhizal + Guano Island + Gallinaza) , T7 (mycorrhizal+ Gallinaza + Compost +) , T8 (Mycorrhizal+ Guano island + Gallinaza+ Compost) and T9 (Witness) .

Treatments studied were: T1 (mycorrhizal) , T2 (mycorrhizal + Guano Island) , T3 (mycorrhizal + Compost) , T4 (mycorrhizal + Gallinaza) , T5 (mycorrhizal + Guano Island + Compost) , T6 (mycorrhizal + Guano Island + Gallinaza) , T7 (mycorrhizal+ Gallinaza + Compost +) , T8 (mycorrhizal Guano island + Gallinaza+ Compost) and T9 (Witness) . The evaluated variables were plant height at 45,60,70 and harvest number of stems/plant, Senescence. Number of minituber/plant polar and equatorial diameter.

It can be concluded that in relation to plant height treatment was T8 (mycorrhizal + Guano Island + Compost + Gallinaza) , in various evaluations at 45, 60, 75 and harvest (29.67 , 40.33 , 64 and 69) ,

With the T8 (mycorrhizal + Guano Island Compost + Gallinaza) likewise had the highest number of stems/plant, was 3 stems

The evaluated variables were plant height at 45, 60, 75 and harvest, number of stems / plant , Senescence , Number minituber / Plant, Polar and equatorial diameter .

It can be concluded that in relation to plant height treatment was T8 (mycorrhizal + Guano Island + Compost + Gallinaza) , in various evaluations at 45, 60, 75 and harvest (29.67 , 40.33 , 64 and 69) .

With the T8 (mycorrhizal + Guano Island+ Compost + Gallinaza) likewise had the highest number of stems / plant , was 3 stems.

As for the senescence which had better performance wa T8(mycorrhizal + Guano Island Compost + Gallinaza) , T5 (mycorrhizal + Compost Guano Island) and T1 (mycorrhizal) , which according to the scale of CIP reached degree 3 .

As for the senescence which had better performance was T8 (mycorrhizal + Guano Island +Compost + Gallinaza) , T5 (mycorrhizal + Compost Guano Island) and T1 (mycorrhiza) , which according to the scale of CIP reached a degree 3 . As for the number minituber / Plant , the largest number minituber I present T8 (mycorrhizal + Guano Island + Compost + Gallinaza) , with an average of 49.26 .

As for Polar and equatorial diameter it was obtained similarly T8 (mycorrhizal+ guano island + Compost Gallinaza) , measuring 49.26 mm and 38.43 mm respectively.

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1. GENERALIDADES

Las papas son susceptibles a una serie de enfermedades que reducen la productividad y la calidad de los tubérculos. Además, los patógenos se acumulan durante la clonación sucesiva del tubérculo y en el suelo donde se cultivan. Por eso la producción sostenible de papa depende de la renovación constante del material de siembra libre de enfermedades. (CIP, 2008).

Una innovación importante para la industria de la papa en los países desarrollados fue la adopción generalizada en el decenio de 1970, del cultivo insular o micropropagación, como sistema para multiplicar plantas libres de enfermedades, que se pueden usar para producir tubérculos semilla de papa. Primero se eliminan los virus y otros patógenos cultivando plantas de papa en un ambiente controlado a temperatura elevada. Después se colocan los brotes libres de enfermedades en un medio nutritivo estándar en recipientes de vidrio (in vitro) en un entorno por completo aséptico de laboratorio. Los brotes se convierten en plántulas que se pasan a un invernadero o a una parcela protegida contra las plagas de insectos, donde se desarrollan a una velocidad normal y producen pequeños tubérculos. (CIP, 2008).

Una vez cosechados, estos pequeños tubérculos se deben almacenar en frío, y por un período de hasta 7 meses desde la cosecha, se pueden trasladar a lugares más cálidos para inducir la producción de brotes. Una vez sembrados, producirán tubérculos de tamaño normal, libre de enfermedades y estarán listos para distribuirse a los agricultores. (CIP, 2008)

1.2. JUSTIFICACIÓN

En el Perú el principal alimento de la población viene hacer la papa, así como la mayor área cultivada aproximada de 312 000 Ha y producción 4.2 millones de toneladas total; para seguir aumentando la producción y productividad, es necesario la utilización de

semilla de alta calidad genética, ya que uno de los principales causas en la disminución en la producción es el uso del tubérculo de consumo como semilla, la cual viene contaminada con diferentes microorganismos (hongos, nematodos y principalmente virus que afectan los rendimientos) (CIP, 2008).

En la Región de Arequipa se tiene tres zonas productoras importantes Irrigación de Majes, Valle de Majes y de Tambo, en las cuales los rendimientos se van reduciendo por la utilización de semilla tubérculo de mala calidad (consumo), de acuerdo a la opinión de especialistas del CIP (Centro Internacional de Papa) y INIA Instituto Nacional de Innovación Agraria), la única forma de revertir este problema es la utilización de semilla tubérculo de alta calidad genética.

Para esto es necesario capacitar a los productores semilleros en los diferentes métodos de producción y manejo de semilla de alta calidad genética en invernaderos y campo abierto, para poner a disposición de los productores de papa consumo, la semilla tubérculo con la cual tengan garantía que el cultivar va expresar su máximo potencial de rendimiento (CIP, 2008).

De otra parte es importante en la producción semilla tubérculo garantizada, el uso de productos orgánicos y microorganismos orgánicos que ayuden a incrementar la producción de la mencionada semilla de calidad. Por lo cual el presente trabajo de investigación se utilizara micorrizas en combinación con abonos orgánicos de acuerdo a la literatura se incrementa las producciones no solo en papa sino en otros cultivos (CIP, 2008).

1.3. HIPÓTESIS

Es probable que inoculando a las plantas de papa las micorrizas en combinación con diferentes abonos orgánicos incremente la producción de tuberculillos por planta.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la interacción de endomicorrizas con abonos orgánicos en la producción de tuberculillos por planta en el cultivo papa var. Única.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar las variables biométricas durante las diferentes etapas fenológicas del cultivo de papa.

Determinar el número de tuberculillos por planta de papa.



CAPITULO II

REVISION DE LITERATURA

2.1. CULTIVO DE PAPA

2.1.1. ORIGEN DE LA PAPA

Christiansen (1967), resume el origen del cultivo en base a cuatro teorías sobre el origen e historia de la papa cultivada: la primera de ellas es sostenida por Vavilov, (1951), que considera que el centro de origen de la especie está en donde existe una mayor variación en sus formas cultivadas y silvestres, la segunda sostenida por Hawkes, (1967), el centro de origen estaría en la región situada entre Cusco y el Lago Titicaca, pues allí existe gran número de especies silvestres y cultivadas, la tercera sostenida por Bukasov, (1970), existen dos centros de origen: un centro primario ubicado en Perú y Bolivia, para la sub-especie *andigenum*. El centro secundario estaría en la isla de Chile, en Chile, para la sub-especie *tuberosum*, la cuarta dada por Ochoa (1961), propone la existencia de dos centros de origen: uno, primario, en el sur peruano y el otro, secundario, en México, esto último basándose en la existencia de un buen número de especies silvestres recolectadas de procedencia andina, su origen parece situarse en dos centros distintos de América del Sur, Perú – Bolivia para *Solanum tuberosum spp. andigenum*, de hojas pequeñas y tuberización en días cortos, y el sur de Chile para *Solanum tuberosum spp. tuberosum*, de hojas anchas y tuberización en días largos (Marotto, 1983).

2.1.2. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

2.1.2.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Según Egúsquiza, R (1993), la clasificación taxonómica se basa en las características florales de la siguiente manera:

Reino: Vegetal
División: Angiospermas
Clase: Dicotiledónea
Sub clase: Asteridae
Orden: Solanales (tubiflorales)
Familia: Solanaceae
Género: Solanum
Serie: Tuberosa
Especie: *Solanum tuberosum* L.

2.1.2.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

a) Raíz

Es axonomorfa, es decir, cuyo eje es preponderante, ramificado, con los ejes secundarios poco desarrollados, esto cuando la planta procede de semilla. Cuando se siembra un tubérculo se forman raíces adventicias que se originan de los nudos basales del brote (Vásquez, 1998).

b) Tallo

Las plantas que crecen de semilla botánica tienen un solo tallo principal. Las plantas que crecen de un tubérculo, pueden tener varios tallos principales que son los que emergen de cada yema; de los tallos principales provienen los tallos secundarios. El tallo es herbáceo, hueco, el color depende del cultivar; así este puede ser morado, marrón, rojizo (Vásquez, 1988), los tallos subterráneos que desarrollan a partir de las yemas de la parte subterránea de los tallos principales y secundarios se les

denominan estolones. La longitud y la dirección de los estolones es un carácter varietal (Vásquez, 1998). Los tubérculos son tallos modificados que son los que constituyen los principales órganos de almacenamiento de la planta de papa. Los tubérculos son usualmente formados del estolón basal bajo condiciones de elevado estatus de hidratos de carbono de la planta (Vásquez, 1998).

c) Hojas

Son alternas compuestas imparipinada y pecioladas. El número de folíolos está relacionado con la variedad. Por lo general los cultivares avanzados o mejorados tienen un mayor número de folíolos y de mayor tamaño que las variedades nativas (Chávez, 1990).

d) Flor

Tienen diversos colores, las flores son hermafroditas, tetracíclicas, pentámeras y completas. Inflorescencia tipo cima (Jara, 1997).

e) Fruto – semilla botánica

Cuando están maduros son de forma redonda oval (1 a 3 cm. de diámetro), de color verde a amarillento o castaño rojizo a violeta. Tiene dos lóculos con 200 a 300 semillas, pero debido a factores de esterilidad puede formar frutos sin semilla (Cabrera y Escobal, 1993), la producción de frutos está relacionada con la capacidad de las plantas para producir descendencia, la que está influenciada por una serie de factores de naturaleza genética, ambiental, etc. (Chávez, Wijntje, Berríos, 1997).

2.1.3. FISIOLOGÍA

Fisiológicamente la papa es un cultivo C3, los tejidos estructurales de las hojas no son completos y tienen limitaciones en la captación, almacenamiento y conversión del CO₂ del aire en azúcares. Una parte de la energía producida en los azúcares por el proceso de la fotosíntesis es utilizada por la planta para su propio crecimiento y sólo una parte de la energía sobrante será después llevada y depositada en los tubérculos bajo la forma de almidón (Medina, 1998).

Dentro de la planta de papa suceden movimientos y translocaciones de sustancias de un sitio a otro, los nutrientes se mueven de un tubérculo a otro y el número de estos pueden disminuir durante el desarrollo si la cantidad de nutrientes es mínima. El principal fotoasimilado que se mueve dentro de las hojas hasta los tubérculos es la sacarosa que luego se convierte en almidón (Egusquiza, 1991).

En el ciclo vegetativo de la planta se producen cambios que pueden cuantificarse o medirse; durante el crecimiento de la planta van apareciendo nuevos órganos, como nuevas hojas, tallos, tubérculos, flores, frutos que son los cambios de grado cuantitativo que no pueden medirse pero si observarse y que están referidos al desarrollo o diferenciación orgánica (Medina, 1998).

- **Termoperíodo:** las temperaturas óptimas para el cultivo de papa oscilan entre 18 – 22 °C, temperaturas inferiores a 5 °C ocasionan tubérculos pequeños y poco desarrollados.

Temperaturas por encima de 25 °C estimulan la producción de follaje, en tanto que con 15 a 17 °C se favorece el crecimiento de los tubérculos. Las temperaturas bajas durante la noche, pueden compensar el efecto negativo de las temperaturas altas durante el día (Medina, 1998). Para una mejor producción de tubérculos la temperatura del día no debe sobrepasar de 25 - 28 °C, las temperaturas óptimas deben estar entre 15-18 °C (Egúsqiza, 1991).

- **Fotoperíodo:** los días cortos favorecen la tuberización mientras que los días largos favorecen el desarrollo de la parte aérea, retrasando la formación de tubérculos (Maroto, 1983). La luz también ejerce actividad fisiológica sobre la fisiología de la papa y su reacción es similar al de la temperatura de 12-15 °C tendría el mismo efecto que los días cortos 12 horas luz y que la temperatura de 25 °C producen un efecto similar a una duración de 14 horas por día (Medina, 1998). La exposición del follaje a días largos favorece la floración y formación de ramas laterales, mientras que la exposición a días cortos induce a la tuberización; sin embargo existen amplios rangos de variación a las respuestas fotoperiódicas

(Ramos, 1996); el fotoperíodo cuando favorece el crecimiento de follaje y floración desfavorece la tuberización (Maroto, 1983).

- **Tuberización:** la tuberización está gobernada por factores genéticos y medioambientales, los factores medioambientales más importantes que favorecen la tuberización son fotoperíodos cortos y bajas temperaturas, además se ha estudiado fitohormonas que intervienen en la tuberización. el ácido Giberélico inhibe la tuberización, mientras que las aplicaciones de inhibidores de síntesis de giberelinas promueve la tuberización, la actividad del ácido Giberélico en las hojas de la papa es relativamente alta, bajo condiciones que disminuyen la tuberización, tales como alta temperatura y fotoperíodos largos (Hidalgo, 1996).

2.1.4. FASES DEL CULTIVO

2.1.4.1. PLANTACIÓN – EMERGENCIA

Abarca el periodo que transcurre entre la plantación o siembra hasta que el 80% de los talluelos o brotes emergen del suelo. Este fase está condicionado a la variedad y a las condiciones de buena humedad disponibilidad y temperaturas entre 12 – 22 °C. En esta fase se forma alguna apreciable cantidad de raíces y raicillas, así como tallos cortos desde el tubérculo – semilla y que salen a la superficie del suelo (Medina, 1998).

2.1.4.2. EMERGENCIA – TUBEROGÉNESIS

Comprende el tramo que va desde la emergencia hasta el inicio y pre – crecimiento de los tubérculos es decir hasta que estos alcancen entre 0.5 – 1.0 cm de grosor, durante este periodo crece tanto las raíces como el follaje de la parte aérea constituyéndose por ello la fase del crecimiento vegetativo, la fotosíntesis que es el proceso por el cual la planta elabora alimentos o fotoasimilados en las hojas, alcanzan su mayor eficiencia en esta fase (Medina, 1998).

2.1.4.3. TUBERIZACIÓN – FLORACIÓN

En esta etapa el follaje aumenta y al terminar esta fase no se producen más hojas y empieza la floración. Se forman muchos fotoasimilados y parte de ellos descienden para ir aumentando el tamaño de los tubérculos (Medina, 1998). En esta fase la planta es sensible a sequía y a excesos de humedad que pueden provocar una baja en la producción y mal formación del tubérculo (Parson, 1991). Al término de esta fase el crecimiento aéreo, aumenta la velocidad de translocación de los fotoasimilados foliares hacia los tubérculos, esto coincide en el campo con el botones floral momento en el cual habrá que asegurar buena humedad de manera que la planta tenga agua disponible (Medina, 1998).

2.1.4.4. FLORACIÓN – COSECHA

La floración está sujeta fundamentalmente a la variedad, a la humedad del suelo, a la presencia de ciertas fitohormonas y de algunos nutrientes minerales. El número y tamaño de los tubérculos no afecta sobre la floración pero esta si afecta ligeramente en el llenado de los tubérculos y en la producción por hectárea. El final de esta fase se conoce por el color amarillo de las hojas, las que después se secan hasta casi desaparecer al momento de la cosecha, el tubérculo logra el grado mayor de almidón acumulado y un mínimo número de azúcares que originalmente fue la forma en que los fotoasimilados descendía de las hojas a los tubérculos en formación (Medina, 1998).

2.1.5. REQUERIMIENTOS EDAFO-CLIMATICOS

2.1.5.1. TEMPERATURA

Es un cultivo de clima templado-frió, la papa es una planta termoperiódica, lo que significa que es necesario una variación, entre la temperatura diurna y la nocturna, de por lo menos 10°C, las temperaturas más adecuadas para

el periodo entre la siembra y la emergencia debe ser caluroso de 15-22°C, mientras que para el periodo de crecimiento y desarrollo oscila entre 13-18°C, siendo las temperaturas nocturnas inferiores a 15°C, las óptimas para dar inicio a la tuberización. La temperatura del suelo influye en la velocidad de crecimiento de los brotes y de la emergencia. Es así como los suelos fríos (por debajo de los 15°C), retardan la emergencia en tanto que los suelos más calientes la estimulan. Por otra parte, temperaturas demasiado altas (nocturnas sobre 20°C), pueden impedir la formación de tubérculos. La fotosíntesis es afectada por la temperatura. La temperatura óptima depende de la intensidad de luz. (Cortbaqui 1993).

2.1.5.2. LUZ

Tiene una incidencia directa sobre el fotoperiodo influyendo considerablemente en el ámbito de crecimiento la planta de papa, así como en la tuberización, la papa requiere para desarrollar su área foliar fotoperiodos largos (mayores a 14 horas luz), y para su proceso de tuberización fotoperiodos cortos (menores a 14 horas luz). Bajo condiciones de día cortos las plantas de papa muestran una tuberización temprana, los estolones son cortos y el follaje permanece pequeño. Bajo condiciones de días largos, ocurre lo contrario la tuberización es poco tardía, los estolones crecen más largos y el crecimiento del follaje es abundante. Entonces los fotoperiodos cortos favorecen la tuberización y los fotoperiodos largos inducen el crecimiento de follaje (Contreras, 2002). solamente la luz interceptada por las partes verdes de la planta es utilizada en la fotosíntesis, la fotosíntesis se ve incrementada con el aumento de luz. la intensidad luminosa además de influir sobre la actividad fotosintética favorece a la floración y la fructificación, un largo fotoperiodo estimula el crecimiento vegetativo, mientras que un fotoperiodo corto en cierta forma restringe el crecimiento pero no reduce los productos totales de la fotosíntesis por lo tanto están más carbohidratos disponibles para la producción de tubérculos. La producción de tubérculos por unidad de área foliar es mayor bajo días cortos, pero las plantas que alcanzan un gran vigor bajo condiciones de días largos pueden llegar a producir un

rendimiento del área foliar que compensa la disminución de la eficiencia en la tuberización. Todos los cultivares de papa desarrollan mejor en días largos y disminuye su crecimiento cuando los días se acortan. Existe gran diferencia en las respuestas de las especies y variedades de papa al fotoperiodo. En las zonas de clima cálido se emplean cultivares con fotoperiodos críticos, comprendidos entre 13 y 16 horas (Chávez, 1990).

2.1.5.3. HUMEDAD

Es un factor muy importante para el éxito del cultivo, la humedad es un factor limitante de los buenos rendimientos. Cuando las plantas no captan la humedad necesaria no desarrollan normalmente y en el momento de la tuberización estas plantas rendirán menos, no habiendo un desarrollo normal de los tubérculos. Por lo tanto los riegos deben darse en forma continua y considerando los periodos de mayor necesidad de agua (Christiansen, 1967). La humedad relativa debe fluctuar entre 70-80% constante sin llegar a excesos. En la floración y tuberización esta disponibilidad es muy importante e impostergable ya que de ello depende la producción futura. La humedad excesiva en el momento de la germinación, floración y maduración del tubérculo es nociva para la planta. La humedad excesiva favorece al desarrollo y ataque de enfermedades como *Phytophthora infestans* (Chávez, 1990).

2.1.5.4. SUELO

La planta es poco exigente a condiciones edáficas. Sin embargo los terrenos compactados y pedregosos, afectan los órganos subterráneos ya que no pueden desarrollarse libremente al encontrar un obstáculo mecánico en el suelo. La papa prefiere suelos francos y francos arenosos, ligeros o semi ligeros, sueltos, profundos, drenados y ricos en materia orgánica. El cultivo responde mejor en pH entre 6 y 6,5 (Domínguez, 1989) soporta pH ácido entre 5,5 y 6 en general la planta de papa. Es considerada como una planta relativamente resistente a la salinidad,

considerándose como una especie medianamente tolerante (Chávez, 1990).

2.1.6. MANEJO DEL CULTIVO DE PAPA

2.1.6.1. PREPARACIÓN DEL TUBÉRCULO SEMILLA DE PAPA

Pasado el periodo de dormancia de los tubérculos se inicia una fase de "dominancia apical", durante el cual los tubérculos desarrollan un brote apical que inhibe el crecimiento de los otros brotes (Cortbaqui, 1993). La práctica adecuada es estimular una brotación oportuna y múltiple, la cual se logra con la técnica de pre brotación con luz indirecta (difusa) durante 1 a 2 meses y la eliminación del brote apical para estimular la brotación de las yemas laterales. Un tubérculo-semilla estará listo para ser sembrado cuando tenga varios brotes de 1,5 a 2 cm de altura, gruesos y de color verde (Pardavé, 2004).

2.1.6.2. PREPARACIÓN DEL TERRENO

Para el momento de la siembra, el suelo debe estar adecuadamente preparado, es necesario que el terreno este bien mullido, aireado, sin huecos y sin terrones y con los agregados homogéneos. cualquiera que sea la forma en la que se prepare el suelo (a mano, con tracción animal; o tracción mecánica) lo más importante es que la preparación del suelo debe asegurar buenas relaciones con el agua (reducir las deficiencias del agua y evitar excesos); asegurar un buen crecimiento y desarrollo de las raíces (eliminar barreras físicas como terrones, piedras, etc. y asegurar buena aireación) y reducir la presencia de malas hierbas (eliminación de malas hierbas). Realizar primero una labor profunda (mayor a 0,25 m) incorporando el abono de fondo, seguido de un escarificado profundo, en la que se surca el terreno dejando una distancia de 0,5 a 1,00 m (Egúsquiza, 2000).

2.1.6.3. SIEMBRA

a) Época

Varía de una zona a otra, resultando fundamental para el éxito del cultivo; debe tenerse en cuenta las condiciones de clima, la que depende a su vez de la temperatura (el clima debe ser frío y debe existir por lo menos dos meses en los que las temperaturas promedio diarias deben ser menores a 25°C); disponibilidad de agua, sanidad (Cortbaqui, 1993).

b) Profundidad

Deberá estar en torno a 7-8 cm, profundidades mayores retardan la emergencia con lo cual la planta perderá días de proceso fotosintético para su crecimiento inicial, y profundidades superficiales incrementan el riesgo de enverdecimiento (Cortbaqui, 1993).

c) Densidad

El distanciamiento de siembra del tubérculo-semilla de papa es 0,5-1,0 m entre surcos y 0,3-0,4 m entre tubérculos-semilla (dentro del surco), densidad aproximada de 35,000 y 60,000 tubérculos por hectárea. Si la densidad es muy elevada, puede dar lugar a tubérculos más pequeños, debido a una mayor competencia por la luz, agua y nutrientes. (Cortbaqui, 1993).

d) Material vegetal

La plantación se realiza con tubérculo-semilla entero o fraccionado, siendo lo ideal tubérculos enteros. La cantidad de tubérculo semilla puede variar de 1000 a 4000 kg/ha aunque comúnmente varía de 1000 a 2500 kg/ha dependiendo de la densidad de siembra y del tubérculo-semilla. (Cortbaqui, 1993)

2.1.6.4. ABONAMIENTO Y FERTILIZACIÓN

El uso de abonos para el cultivo de papa, es importante debido a las numerosas funciones benéficas que cumple. La aplicación de estiércol mejora las propiedades físicas de suelo y por tanto el desarrollo de raíces y de los tubérculos, disminuye la compactación del suelo, incrementa la temperatura del suelo y favorece la presencia de microorganismos favorece la retención de agua y nutrientes (Egúsqiza, 2000). En lo que respecta a fertilizantes químicos, el cultivo presenta altos requerimientos de éstos, muy en especial el nitrógeno, fósforo y potasio, sobre todo en el periodo que se extiende entre la emergencia y el inicio de la tuberización, estos elementos son muy necesarios sobre todo en los primeros estados de desarrollo, donde las plantas absorben aproximadamente el 60% del total de nitrógeno y un 30% del total de fósforo entregado (Domínguez, 1989).

'''Nitrógeno

Constituye el elemento más importante en la formación de albúminas vegetales y en la generación de grandes áreas fotosintéticas (tallos y hojas). Es un factor determinante en el rendimiento del cultivo, ya que favorece el desarrollo de la parte aérea y la formación y engrosamiento de los tubérculos. Dosis demasiado altas favorecen el desarrollo abundante del follaje; retardan la formación de tubérculos, provoca una maduración tardía de la parte aérea y un enmascaramiento de enfermedades virósicas, igualmente estas grandes dosis contribuyen a un bajo contenido de materia seca (Domínguez, 1989).

'''Fósforo

Es integrante de numerosos componentes de la papa, como también participa activamente en el metabolismo de los hidratos de carbono, formación de clorofila para el proceso fotosintético, favorece el desarrollo radicular, mejora la calidad de los tubérculos y contenido de fécula; acelera

la maduración de los tubérculos. Se reporta también que el fósforo aumenta el número de tubérculos por planta (Domínguez, 1989).

'''Potasio

Reviste un papel muy importante en la síntesis de los azúcares y del almidón, lo que puede considerarse como el motivo por el que la necesidad de este elemento sea tan alta. Ayuda, por su gran movilidad, en el traslado de la glucosa a los tubérculos; ayuda a la formación de la fécula. Tiene fuerte influencia en la textura, coloración y sabor de la papa, como también en la conservación de ésta, dando más firmeza a la piel y resistencia a los golpes; proporcionando plantas con mayor resistencia a heladas, a la sequía y a enfermedades. Dosis reducidas de potasio redundan en mayores contenidos de azúcares reductores a los tubérculos y aumenta la coloración gris a la pulpa (Domínguez, 1989).

'''OTROS

La papa es un cultivo con bajo requerimiento en boro. No tolera la deficiencia de magnesio y su carencia se ve por un amarillamiento en las nervaduras responde muy bien a las aportaciones foliares de zinc (Contreras, 2002).

2.1.7. RIEGO

Es un cultivo exigente en agua, para satisfacer los procesos fisiológicos, la papa necesita entre 400 y 800 mm de agua de lluvia, de acuerdo con las condiciones climáticas y la duración del cultivo. Este cultivo es sensible a un déficit hídrico en el inicio de la tuberización ya que esto influirá negativamente en el número de tubérculos por planta. (Cortbaqui, 1993)

En el periodo de emergencia a inicio de tuberización la humedad disponible debe ser ligera, riegos distanciados y ligeros. Antes de la tuberización un ligero déficit hídrico favorece el desarrollo de raíces. La tuberización es el periodo más crítico

por su mayor demanda de agua por cuanto la planta es de mayor tamaño. (Cortbaqui, 1993)

2.1.8. DESHIERBO

Las malezas compiten con el cultivo por agua, luz, aire y nutrientes; además son hospederas de plagas y enfermedades. El campo de papa debe mantenerse limpia de malezas hasta el aporque. El periodo de siembra hasta el aporque es más susceptible a la competencia que causan las malezas. (Cortbaqui, 1993)

2.1.9. APORQUE

Cuando las plantas hayan alcanzado entre 15-20 cm. de altura, se realiza el aporque que consiste en amontonar tierra suelta en el cuello de la planta, con el objetivo de mejorar su sostén y evitar que los estolones afloren a la superficie y se conviertan en material vegetal (tallos aéreos), además de impedir que los tubérculos, queden descubiertos y se verdeen (conversión de almidones) por efecto de la luz (Sánchez, 2003). También evita que las larvas de insectos del follaje lleguen a los tubérculos.

2.1.10. PLAGAS Y ENFERMEDADES

La papa es un cultivo muy afectado por la presencia de plagas y enfermedades. El control del daño depende mucho de las prácticas culturales como: rotación, fertilización, deshierbo, riego e higiene de la chacra a un nivel económicamente rentable. Cuando estas medidas no son suficientes, es necesario aplicar productos químicos. (Sánchez, 2003).

Un número importante de insectos, afectan el cultivo de papa, en ciertas condiciones alcanzan niveles de daño económico y se convierten en plagas.

Entre los principales tenemos:

- Gusano de tierra: *Agrotis ipsilon*, *Copitarsia turbata*, *Feltia sp.*
- Polilla de la papa: *Phthorimaea operculella*, *Symmetrischema plaesiosema*.
- Mosca minadora: *Lyriomyza huidobrensis*
- Cigarrita de la papa o lorito: *Russelliana solanicola* (transmisor de virus)
- Pulgones: *Myzus persicae* y *Macrosiphum euphorbiae*

Las enfermedades constituyen factores limitantes en la producción. Estas pueden ser causadas por hongos, virus, bacterias y nematodos. (CIP., 1997).

HONGOS: son de importancia ya que ocasionan pérdidas en los rendimientos y le restan calidad a los tubérculos, entre los principales tenemos:

- Rancho o seca-seca: *Phytophthora infestans*
- Rizoctoniasis: *Rizoctonia solani*
- Mancha negra de la hoja: *Alternaria solani*

BACTERIAS: entre las más importantes tenemos:

- Marchites bacteriana: *Ralstonia solanacearum*
- Pierna negra y pudrición blanda: *Pectobacterium carotovorum ssp*, *Erwinia carotovorum*

VIRUS: las enfermedades virósicas ocasionan una reducción progresiva en el rendimiento de los tubérculos; su incidencia se incrementa a medida que los tubérculos infectados son usados nuevamente como semilla en las siguientes generaciones. el número de virus que han sido encontrados en papa es muy grande; sin embargo a nivel mundial los virus más importantes son: Virus del enrollamiento (PLRV), Virus Y y Virus A (PVY- PVA) Mosaicos (PVH- PVS), Mop top (PMTV) (CIP., 1997).

NEMÁTODOS entre los principales tenemos:

- Nematodo del nódulo de la raíz: *Meloidogyne incognita*
- Nematodo del quiste: *Globodera pallida*, *Globodera rostochinsis*

- Nematodo del rosario: *Nacobbus aberrans*

2.1.11. CORTE DEL FOLLAJE

Esta operación se realiza en todo cultivo de papa y consiste en el corte del follaje una ó dos semanas antes de la cosecha, con el objetivo de controlar el engrosamiento y acumulación de materia seca en los tubérculos, además de facilitar las operaciones de recolección y favorecer el proceso de cosecha. (Chávez, 2002).

2.1.12. COSECHA

Debe ser oportuna. La madurez del follaje se reconoce cuando la mayor parte de las hojas muestran color amarillento característico, cuando ha perdido la totalidad de sus hojas o cuando no muestra follaje verde y cuando los tubérculos no se pelan cuando se frotan con los dedos (Chávez, 2002). Cuando es necesario realizar cosecha anticipada (antes de la madurez), debe cortarse o eliminarse el follaje una o dos semanas antes del escarbe o extracción de tubérculos (Egúsquiza, 2000)

2.2. MICORRIZAS

2.2.1. DESCRIPCIÓN DE LAS MICORRIZAS

2.2.1.1. ASPECTOS GENERALES DE LAS MICORRIZAS

Las micorrizas fueron descubiertas por el botánico alemán Frank en 1885, en las raíces de algunos árboles forestales, recién en 1900 el francés Bernard puso de manifiesto su importancia estudiada las orquídeas, eran considerados excepciones, pero ahora se sabe que casi la totalidad de las plantas verdes, con algunas excepciones, viven en simbiosis con hongos. Las primeras que despertaron interés fueron las micorrizas de los árboles forestales, aunque las plantas cultivadas comenzaron a estudiarse en 1910,

es recién después de los trabajos de Mosse en Inglaterra, 1955, cuando se empieza a reconocer la importancia y la generalidad de esta simbiosis (Alarcón & Ferrera- Cerrato, 2000).

El nombre de micorriza hace referencia a la simbiosis hongo - raíz (myces-rhiza), en la que el hongo ante la incapacidad de sintetizar productos orgánicos, los obtiene a través de la planta. La planta a su vez se beneficia mejorando la captación de agua y minerales del suelo, optimizando el metabolismo del fósforo (P) y de nitrógeno (N). (Rausch, C, 2001; Jaramillo, et al. 2006 & Paul & Clark, 1989).

Los hongos micorrizicos están compuestos de filamentos finos y tubulares, las hifas, las cuales forman el cuerpo del hongo o micelio (Smith & Read 1997; Bonfante, 2001).

2.2.1.2. CLASIFICACIÓN DE LAS MICORRIZAS

En general se reconocen tres grupos principales de micorrizas, clasificadas de acuerdo a las estructuras que desarrollan para relacionarse con su hospedero, estas son las ectomicorrizas y endomicorrizas (Wilcox, 1991).

a) Las ectomicorrizas

Es una asociación donde el micelio del hongo invade la raíz sin entrar en el interior de las células formando una estructura característica, la -red de Hartigll, de aquí el nombre de ectomicorrizas, se encuentran asociadas a plantas de ambientes templados, observándose la simbiosis entre especies arbóreas y hongos filamentosos terrestres (Ascomicetes y basidiomicetes esencialmente) (Smith & Read, 1997)

Las ectomicorrizas están ampliamente dispersas en la naturaleza y se estima que el 10% de la flora mundial presenta este tipo de asociación. Principalmente las familias Panaceas, Betulaceas, Fagaceas y también

Ericaceas y algunas Myrtaceas, Jungladaceas y Salicaceas (Bonfante, 2001).

b) Las Ectendomicorrizas

Se caracterizan por formar un manto miceliar más delgado y una red de Hartig más gruesa que las ectomicorrizas, junto con la penetración de hifas a las células, clasificadas en micorrizas arbutoide y monotropoide (Reid, 1990).

'''**Arbutoide:** Forman un manto externo con hifas que penetran a las células para formar rulos, con hifas intra e intercelulares; las intercelulares no forman red de Hartig. Relaciona a los miembros del genero Boletus. (Reid, 1990).

'''**Monotropoide:** Diferenciada apenas por la forma de penetración de las hifas a las células radicales. (Reid, 1990).

c) Las Endomicorrizas

Es el segundo tipo más extendido de micorrizas, se caracterizan por la penetración intercelular e intracelular en las células corticales y epidérmicas de la raíz, formando arbusculos, que aseguran una gran superficie de contacto entre ambos simbioses, las endomicorrizas no se introducen en los sistemas vasculares y meristemáticos. El abundante micelio que se ramifica a través de la raíz y se extiende hacia a fuera del suelo provoca pocos cambios en la estructura de la raíz, estas micorrizas no forma, el manto externo de Sheating ni la red interna de Hartig (Morton & Benny, 1990; Wilcox, 1991).

De acuerdo a Scnnerini y Bonfante- Falso (1982), las endomicorrizas se subdividen en micorrizas Ericoides, Orquidiodes y Vesiculo- Arbuscular.

'''**Orquidiode:** Llamadas de oville, es un tipo de endomicorriza importante las orquídeas porque promueve la germinación de sus diminutas semillas y le confiere todos los nutrientes en estado juvenil,

pero una vez que la planta crece y fotosintetiza, generalmente se independiza del hongo. Se desarrollan principalmente en tierras calientes, con pH ácido y en suelos pantanosos. Generalmente no forman manto de hifas, ni red de Hartig, las hifas están retorcidas en las células radicales. Los hongos que participan de esta simbiosis pertenecen a los Basidiomicetos (Blanco & Salas, 1997).

▣▣▣▣ **Ericoide:** Se encuentran en la mayoría de las géneros de las plantas de la familia Ericaceae, están asociados con los sistemas radicales ramificados, carentes de pelos radicales y con diámetro radical muy corto (1- 3 capas de células corticales), penetran la pared de las células corticales e invaginan la membrana plasmática. Forman un manto rudimentario, presentan hifas intercelulares e intracelulares donde las intracelulares forman masas compactas que pueden ser digeridas. No se forman vesículas ni arbusculos. Los hongos que intervienen pertenecen a los Ascomicetos (Azcon- Aguilar, et al., 1998; Alarcón & Ferrera- Cerrato, 2000).

▣▣▣▣ **Vesículo- Arbuscular:** El micelio del hongo invade la raíz, inicialmente es intercelular, pero luego penetra en el interior de las células radicales, desde la rizodermis hasta las células corticales (Alarcón & Ferrera- Cerrato, 2000).

2.2.2. IMPORTANCIA DE LAS ENDOMICORRIZAS

La mayoría de las plantas que presenta asociación con hongos exhiben micorrizas vesículo arbúsculares, siendo estas las que afectan a la mayor parte de los cultivos económicamente más importantes entre ellos el trigo, maíz, cebada, arroz, olivo, vid, cítricos, café y tabaco con excepción de las crucíferas y las quenopodiáceas (Azcon- Aguilar, 1998).

Estos hongos inferiores que forman endomicorrizas vesículo arbúsculares pertenecen a un solo grupo, los Glomales (*Zygomycetes*), con seis géneros y un centenar de especies distribuidas en todos los continentes.

El orden Glomales incluye alrededor de 150 especies de hongos micorrizicos vesículo arbúsculares, las cuales se han clasificado en base a sus características morfológicas y estructurales de las esporas asexuales. (Walker, 1992).

2.2.3. ETAPAS DE LA COLONIZACIÓN DE LAS MICORRIZAS

a) Pre infección

Esta etapa, consiste en la activación de los propágulos del hongo que persisten en el suelo (esporas o micelio), la estimulación de los micelios formados cuando alcanzan la rizosfera de una planta susceptible, la unión de la hifa infectiva a la superficie de la raíz y la formación de los primeros puntos de penetración del hongo. La viabilidad del inoculo depende de la edad y capacidad metabólica del fragmento de raíz y de otro tipo de estructuras fúngicas que posean estos fragmentos (Smith, S.E. and Bowen, G. D. 1979).

b) Penetración

Este periodo se inicia con la formación de un punto de entrada que se caracteriza por el desarrollo de un abultamiento o apresorio en el punto de contacto sobre la superficie de la raíz. Cada espora genera un solo punto de contacto, mientras que en un segmento de raíz se puede originar más de uno. (Carling y Briwn, 1982).

La penetración, ocurre generalmente en el área de diferenciación y elongación de las raíces o en las raíces secundarias y terciarias; pero no en raíces pigmentadas o con crecimiento secundario. Una vez que penetra el hongo, se genera un proceso proliferativo que conduce al establecimiento de una unidad de colonización que se extiende hasta un centímetro de distancia a partir del punto de penetración. El avance de la colonización está restringido a la epidermis y al parénquima cortical. La endodermis, actúa como barrera impidiendo el paso del

hongo hacia el cilindro lvascular, evitando el riesgo de una infección sistémica (Carling, & Briwn, 1982).

c) Colonización intraradical

La unidad de colonización avanza mediante el crecimiento de hifas aceptadas que se extienden entre las células corticales, generando estructuras típicas como arbuscúlos y vesículas (Forero, 1999)

Los arbuscúlos son estructuras del tipo de los haustorios que se originan a partir de la ramificación dicotómica repetida de una hifa al interior de una célula vegetal (2- 3 días de iniciada la colonización), las finas ramificaciones de los arbuscúlos realmente no entran en contacto con el protoplasma de las células, sino que penetran en la parte más cercana al cilindro vascular. Así se produce una gran superficie de contacto a través de la cual se lleva a cabo el intercambio de nutrientes minerales y carbohidratos entre el hongo y la planta. Después de la formación de arbuscúlos, el micelio empieza a acumular reservas de carbono en forma de lípidos, lo cual se manifiesta mediante la aparición de ensanchamientos terminales de las hifas denominados versículos.

La aparición de arbuscúlos y vesículas, está condicionada a diversos factores de la planta y del medio en que esta desarrolla, no obstante existen géneros de HMA que no forman este tipo de estructura (Carling & Briwn, 1982).

d) Desarrollo de micelio externo

El desarrollo del micelio extramatricial es un evento simultáneo al avance de la colonización cortical. El cual es dimorfo y aceptado, las hifas superficie de la raíz y puede establecer vínculos con raíces vecinas o con la misma (Newman et al. 1994).

e) Esporulación y re infección

Semanas después del inicio de la colonización el hongo puede esporular, sin embargo este fenómeno está condicionado al contenido de humedad del suelo. Una vez cumplido el proceso de esporulación de HMA, se inicia nuevamente la colonización con la pre- infección (Moreira & Siquiera 2002).

2.2.4. EFECTOS DE LAS MICORRIZAS

- ▣ Se incrementa la formación de microflora del suelo y un rápido restablecimiento del equilibrio biológico natural.
- ▣ Un mayor y más rápido crecimiento de las plantas.
- ▣ Una rápida generación de una cubierta vegetal.
- ▣ Formación de una mayor masa de raíces.
- ▣ Un mejor enraizamiento en el sustrato o material de cubierta (se requieren menores capas de sustrato en coberturas nuevas).
- ▣ Reducción considerable de la erosión del suelo (minimiza la pérdida de suelo por efecto del viento, ya que se incrementa la cantidad de masa radicular).
- ▣ Asimilación de sustancias nutritivas que de otra forma no estarían disponibles para las plantas (ahorro de fertilizantes).
- ▣ Mejora de la tolerancia del stress hídrico mediante una mejor utilización de la humedad del suelo.
- ▣ Mejora de la capacidad de resistencia frente a organismos patógenos (reducción de aplicaciones químicas, tales como insecticidas y fungicidas). Incrementa la tolerancia de las raíces frente al ataque de microorganismos patógenos y nemátodos. Disminuyendo la posibilidad de infectarse con *Phytophthora*, *Aphanomyces*, *Pythium*, disminuyendo daños vasculares como *Fusarium* y *Verticillium* y a nematodos fitoparásitos agalladores y lesionadores como *Meloidogyne* y *Pratylenchus* entre otros (reducción de aplicaciones químicas).

a) Desarrollo de biomasa

Las plantas experimentan un considerable aumento en su biomasa debido principalmente al mejoramiento de la nutrición mineral del vegetal inducido por el hongo. Además los hongos micorrizales influyen sobre la proporción de biomasa que se va a distribuir en la parte aérea y parte radical. La estimulación de la captación de elementos minerales y la subsiguiente translocación de estos a la parte aérea, ocasionando que se transfiera a la raíz, relativamente menos productos de la fotosíntesis, y que gran parte de estos productos sean utilizados en las hojas y tallos para la formación de materia verde, como consecuencia, la relación peso seco de la parte aérea respecto al peso seco de

la raíz es normalmente más alta en plantas colonizadas por las micorrizas, este hecho es importante desde el punto de vista energético, ya que favorece al sistema autótrofo (Productor) de la planta en relación al heterótrofo de la raíz (consumidor). (Miller et al. 1995).

b) Nutrición mineral

Existe un aumento en la absorción de nutrientes minerales del suelo, lo que se expresa en un mayor crecimiento y desarrollo de las plantas. Sobre todo aquellos minerales de lenta difusión en el suelo (P, Cu y Zn). La adquisición de fosfato es de vital importancia para la planta, por su papel clave en los sistemas biológicos, es sabido que las plantas micorrizadas captan fosfato más eficientemente que las raíces solas. Gracias al mejoramiento de la nutrición fosforada, aumenta también la adquisición de elementos nitrogenados por parte del vegetal (Sánchez & Sieverding, 1997; Wilcox, 1991).

c) Asimilación de fosfato

El fosfato, es un nutriente mineral limitado para el crecimiento de las plantas debido a su baja solubilidad en muchos de sus estados naturales (Fósforo orgánico y mineral insolubles). Los hongos micorrizicos tienen la capacidad de transportar el fosfato desde reservorios lejanos hasta la planta, durante la simbiosis, las raíces colonizadas reducen la actividad de su propio sistema de absorción de fosfato y depende principalmente del simbionte fúngico para su abastecimiento de fosfato (Smith, S. y D. Read, 1997).

El hongo vesículo arbúscular absorbe el fosfato a través de sus hifas extra radicales de manera eficiente, las que son polimerizadas formando cadena de alrededor de 17 unidades de fosfato, las que son acumuladas principalmente en las vacuolas, para evitar un incremento de la presión osmótica por acumulación por acumulación de iones fosfato (Rasmussen et al., 2000).

El polifosfato, que es acumulado en las vacuolas tubulares asociadas a los microtubulos del citoesqueleto, es transportado al micelio intrarradical e hidrolizado, liberándose el fosfato por acción de las fosfatasa alcalinas presentes en las vacuolas (Olsson, et al., 2002).

La liberación del fósforo hacia la planta es un proceso poco conocido e inusual, ya que el fósforo es un nutriente escaso y generalmente los organismos no lo liberan al medio externo; en la actualidad se piensa que esta liberación puede estar inducida por la planta hospedadora mediante mecanismos aún desconocidos que ocurren en las células colonizadas (Harrison et al., 2002; Rausch et al., 2001).

d) Asimilación de Nitrógeno

Las micorrizas son también capaces de transferir nitrógeno del suelo circundante a la planta, mediante la absorción de amonio, nitrato y ciertos aminoácidos (Johansen et al., 1992).

El NH_4^+ es la principal forma nitrogenada absorbida por las micorrizas, en las células es transformado rápidamente al ser incorporado al glutamato para dar glutamina, mediante el ciclo de la glutamina sintasa/ glutamato sintasa (Johansen et al., 1992; Breuninger et al., 2004).

La transferencia del nitrógeno hasta su absorción por las células de las plantas, ocurre por un proceso asociado al ciclo de la urea y al transporte de las polifosfatos (Bago et al., 1998; Govindarajulu et al., 2005), el proceso comienza con la entrada del amonio o nitrato a las hifas extrarradicales donde el nitrato es transformado a amonio, por la nitrato reductasa, luego se aglutamina e incorporado en el ciclo de la urea se convierte en arginina, así es transferido al micelio intrarradical asociado a la transferencia del polifosfato; una vez en la fase intrarradical del hongo, la arginina entra a formar parte de nuevo del ciclo de la urea, liberándose ornitina y urea, que por acción de la ureasa y ornitinatransferasa liberan el amonio que será así transferido a la planta. (Fitter et al., 1998).

e) Asimilación de microelementos

Las micorrizas son capaces de absorber y transferir a la planta micronutrientes como el Zn y Cu, confiriendo así una mayor eficiencia en la absorción de estos micronutrientes a las plantas micorrizadas respecto a las no micorrizadas, la absorción de estos elementos por las hifas, es independiente de la nutrición fosforada (Chen et al., 2001).

El hongo transfiere microelementos a las plantas cuando crecen en suelos deficientes en esos nutrientes pero en suelos con alta concentración de estos elementos reduce la incorporación de metales a los tejidos vegetales (Chen et al., 2001). Así mismo son capaces de proteger los tejidos de la parte aérea al inmovilizar metales pesados como el aluminio, uranio, cesio, arsénico, estroncio, cadmio, manganeso y cobre principalmente en el micelio extrarradical, aunque también en estructuras intrarradicales como las vesículas o en los gránulos de polifosfato (Weiersbye, et al 1990).

f) Resistencia al estrés híbrido

Las micorrizas mejoran las relaciones híbridas de las plantas, especialmente en aquellas que crecen en suelos más secos, en donde las micorrizas aumentan la resistencia al estrés hídrico al acumular manitol y trehalosa en las vacuolas de las células vegetales. Además las hifas externas del hongo pueden captar agua más lejos de la zona de deficiencia hídrica, que normalmente rodea a las raíces en condiciones de sequía (Sánchez & Sieverding. 1997).

g) Influencia en fotosíntesis

La tasa fotosintética es mayor en las plantas micorrizadas. Esto se debe a la mejora en la nutrición fosforada, ya que la disponibilidad de fosfato inorgánico puede ser un factor limitante en este proceso.

h) Tolerancia a fitopatógenos

La micorrización induce una mayor tolerancia de las raíces a agentes patógenos, al mejorar la condición fisiológica de la planta la hace más resistente al ataque del patógeno y protege directamente el sistema radical, a

través de procesos bioquímicos (Hayman, et al., 1975, Govindara Ulu et al., 2005).

Los hongos micorrizicos, actúan protegiendo a la raíz sintetizando compuesto como el etanol, isobutanol, ácido butírico, monoterpenos, sesquiterpenos, ácido ascórbico, etileno, arginina, proteínas, peróxido, isoflavonoides y fitoalexinas, las cuales pueden inhibir el crecimiento de los fitopatógenos como *Pythium*, *Phytophthora* y *Pomez* (Hayman, et al., 1975).

También reduce el ataque por medio de los rizomorfos, que son bandas alargadas de hifas paralelas, que forman una maraña que sirve como barrera física ante la entrada del patógeno (Govindara Ulu et al., 2005; Giovannetti et al. 2002).

2.3. MATERIA ORGÁNICA

Domínguez (1989), menciona que la materia orgánica del suelo es el conjunto de residuos vegetales y animales de todas las clases más o menos descompuestas y transformadas por la acción de los microorganismos, la cual constituye uno de los componentes fundamentales del suelo y a pesar de que en los suelos minerales su contenido es bajo en proporción a otras partículas sólidas, su presencia ejerce notable influencia sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Dalzell (1991) y Estrada (1996), indican que la materia orgánica del suelo está formada por sustancias húmicas, animales y plantas muertas. Siempre contiene carbono, oxígeno e hidrógeno y además varios elementos inorgánicos como nitrógeno, fósforo y potasio. La materia orgánica puede almacenar gran cantidad de agua y atraer hasta diez veces más nutrientes que los minerales de la arcilla. La tasa de descomposición de la materia orgánica es alta en los suelos tropicales y subtropicales debido a las altas temperaturas.

Keehl (1985), dice que la materia orgánica actúa directamente en la biología del suelo, constituyendo una fuente de energía y de nutrientes para los microorganismos que participan en su ciclo biológico manteniendo al suelo en un constante dinamismo, ejerciendo un papel importante en la fertilidad y productividad de los suelos

Gros (1981), sostiene que la materia orgánica es fuente de reserva de nutrientes para las plantas. Bajo la acción microbiana del suelo, el humus se mineraliza paulatinamente, de tal forma que no solo libera nitrógeno nítrico, sino también el conjunto de elementos fertilizantes.

Estrada (1996), señala que la materia orgánica es un componente esencial en la formación y viabilidad de un suelo agrícola. El nombre genérico de materia orgánica comprende toda clase de materiales de origen vegetal y animal, fresco, seco, descompuesto o en diferentes estados de descomposición, hasta la formación de humus. Al hablar de la parte orgánica del suelo, debe comprenderse o referirse a la acción biodinámica de dos entidades: la materia orgánica propiamente dicha y el humus.

2.3.1. FUENTES DE MATERIA ORGÁNICA

Una forma de mejorar la fertilidad del suelo es aplicando abonos orgánicos, debido a que éstos aparte de intervenir en la formación de la estructura del suelo, son fuentes de nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas y organismos que viven en él, en contraste con los fertilizantes químicos que solo tienen algunos nutrientes y su efecto físico es nulo (Chuquiruna. 1989; citado por Oré, 1995).

Gamarra, 1990; señalado por Oré, 1995; dice que las enmiendas orgánicas, aportan materia orgánica al suelo, encontró además que el compost y la gallinaza son las mejores enmiendas que incrementan la flora bacteriana del suelo. En la Costa Peruana las fuentes de materia orgánica que se usan mayormente son: el guano de islas, el estiércol de vacuno, la gallinaza, el compost y el humus de lombriz. En la Selva, el uso de abonos verdes a bases leguminosas, constituye la principal fuente de materia orgánica (Felipe-Morales, 1996, citado por CLADES, 1998).

2.3.1.1. GUANO DE ISLAS

El Guano de las 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*), Piquero (*Sula variegata*) y Pelicano (*Pelecanus thagus*). Por la ubicación geográfica al litoral peruano le corresponde un clima subtropical húmedo, bajo estas condiciones los nutrientes presentes en el Guano de las Islas sería lavado, pero debido al ingreso de agua fría proveniente de la corriente de Humbolt por el Sur, modifica el clima, presentando temperaturas moderadas y escasa precipitación. Bajo éstas condiciones las deyecciones de las aves marinas se van acumulando y mediante la actividad microbiana se producen diversas reacciones bioquímicas de oxidación, transformando las sustancias complejas en más simples, liberando en este proceso una serie de sustancias nutritivas (AGRORURAL, 2010).

El Guano de las islas del Perú, es un recurso renovable que se encuentra en la costa peruana, en estado natural, sobre las islas rocosas simplemente está pegado al litoral y donde muchas especies de aves marinas; viven y se reproducen. El guano peruano (Es estiércol de pájaro o aves de las islas) es un poderoso fertilizante orgánico, con gran uso por los agricultores hace muchos años. Tiene alto volumen de nitrógeno, fósforo y potasio con otros elementos nutritivos que hacen de él, el fertilizante orgánico más completo en el mundo.

Este recurso natural es tan antiguo, que nuestros incas primero descubrieron sus propiedades y desde entonces, generación a generación, se ha usado. Biológicamente este fertilizante, cumple un rol esencial en el metabolismo básico; en el desarrollo de las raíces, tallos y hojas y asegura la nutrición de la planta, también mejora la calidad de vida del suelo fértil. Con todo derecho, nosotros podemos decir que nuestro guano de las islas

peruanas es el mejor fertilizante orgánico más completo en el mundo, en principio contiene los elementos indispensables para el crecimiento de plantas que son Nitrógeno, Fósforo y Potasio, también tiene rastros de otros elementos como Azufre, Calcio, Magnesio, y oligoelementos de Zinc, Cloro, Sodio, Boro, etc. El guano peruano de albatros o aves marinas, además de estos elementos contiene un cierto número de bacterias (nitrobacter, nitrosoglea nitricystis) benéficas nitrificantes nutritivas y hongos que ayudan a la planta en su proceso de síntesis de nitrógeno y absorción de fósforo y potasio, además de protozoos. El guano de las islas, no deteriora los suelos, no convierte el suelo en terreno salitroso, al contrario, es ideal para mejorar la tierra y lo más importante de todo es que es natural, el fertilizante no es contaminante y su costo es bajo, a diferencia de los otros fertilizantes sintéticos que normalmente necesitan ser mezclados con materia orgánica y que a la larga debilitan el suelo (PROABONOS, 2009).

Guano (quechua: wanu) es el nombre que se le da a los excrementos de las aves (sobre todo marinas) cuando éstos se acumulan. Para ello se requiere también de un clima árido o de escasa humedad. A partir del año 1845 se comenzó a explotar el guano. Por sus propiedades como fertilizante se exportaba a países como Inglaterra, Francia, EE.UU. Se produjo una gran prosperidad económica en el Perú entre 1845 y 1876. Puede ser utilizado como un fertilizante efectivo debido a sus altos niveles de nitrógeno y fósforo. A partir de la concentración de dichos componentes también se puede elaborar el superfosfato. El suelo que es deficiente en materia orgánica puede hacerse más productivo si se le adiciona el guano (Moreno, 2000).

El guano está compuesto de amoníaco, ácido úrico, fosfórico, oxálico, y ácidos carbónicos, sales e impurezas de la tierra. El guano se recolecta de varias islas del océano Pacífico, particularmente del Perú y Nauru y en otros océanos (por ejemplo la isla Juan de Nova). Estas islas han sido el hogar de colonias de aves marinas por siglos, y el guano acumulado tiene muchos metros de profundidad. El guano de las islas, particularmente las

islas Chincha en el Perú, fue explotado en el siglo XIX y principios del siglo XX y fue su gran producto de exportación durante mucho tiempo. Las Islas Paracas fueron también explotadas y se encuentran entre las principales fuentes guaneras de la actualidad (Moreno, 2000).

El Guano de las Islas es un fertilizante natural completo, ideal para el buen crecimiento, desarrollo y producción del cultivo, contiene macro-nutrientes como el Nitrógeno, Fósforo y Potasio en cantidades de 10-14, 10-12, 2 a 3% respectivamente. Elementos secundarios como el Calcio, Magnesio y Azufre, con un contenido promedio de 8, 0.5 y 1.5 %respectivamente. También contiene microelementos como el Hierro, Zinc, Cobre, Manganeso, Boro y Molibdeno en cantidades de 20 a 320 ppm (AGRORURAL, 2010).

2.3.1.2. GALLINAZA

La gallinaza es el estiércol de gallina preparado para ser utilizado en la industria agropecuaria, tiene como principal componente el estiércol de las gallinas que se crían para la producción de huevo; es importante diferenciarlo de la pollinaza que tiene como principal componente el estiércol de los pollos que se crían para consumo de su carne; la gallinaza se utiliza como abono o complemento alimenticio en la crianza de ganado debido a la riqueza química y de nutrientes que contiene. Los nutrientes que se encuentran en la gallinaza se deben a que las gallinas solo asimilan entre el 30% y 40% de los nutrientes con las que se les alimenta, lo que hace que en su estiércol se encuentren el restante 60% a 70% no asimilado; la gallinaza contiene un importante nivel de nitrógeno el cual es imprescindible para que tanto animales y plantas asimilen otros nutrientes y formen proteínas y se absorba la energía en la célula; el carbono también se encuentra en una cantidad considerable el cual es vital para el aprovechamiento del oxígeno y en general los procesos vitales de las células; otros elemento químicos importantes que se encuentran en la gallinaza son el fósforo y el potasio. El fósforo es vital para el metabolismo, y el potasio participa en el equilibrio y absorción del agua y la función

osmótica de la célula; cabe resaltar que el estiércol de gallina como tal no se puede considerar gallinaza, para que sea gallinaza es necesario primero procesar el estiércol; la utilización de la gallinaza como abono para cultivos resulta ser una opción muy recomendable debido al bajo costo que representa, y a lo rico de la mezcla. En promedio, se requiere de 600 g a 700 g por metro cuadrado de cultivo para obtener buenos resultados. Aunque en algunos casos, dependiendo de si el suelo presenta algún empobrecimiento, podría llegar a ser necesario utilizar hasta 1 kg por metro cuadrado (Moriya, 2011).

La gallinaza o estiércol de gallina es uno de los componentes de origen natural con mayor contenido de nutrientes entre todos los fertilizantes conocidos; además, como toda camada de gallina, contiene fuentes de carbono, que son responsables para la conversión del humus; la gallinaza se puede usar tanto en horticultura como en cultivos extensivos, sin embargo una de las limitantes para su utilización en el cultivo extensivo es su costo, ya que se necesita gran cantidad para aquellos rubros de mayor rentabilidad (soja, maíz, trigo, algodón); es un abono que cuenta con mayor concentración que el estiércol de vaca, debido a la alimentación que reciben los pollos y que son a base de balanceados concentrados, los cuales contienen mayores nutrientes que aquellos que consume la vaca, pues esta combina su alimento con pasturas. El estiércol de vaca contiene nutrientes, pero no es tan concentrado como el de gallina. Esto no significa que no sirva, ya que también cumple su función química y física agregando al suelo retención de humedad, fuente de nutrientes, y actuando como regulador de la temperatura del suelo. 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, 2011).

La calidad de la gallinaza está determinada principalmente por el tipo de alimento, la edad del ave, la cantidad de alimento desperdiciado, la cantidad de plumas, la temperatura ambiente y la ventilación del galpón; también son muy importantes el tiempo de permanencia en el galpón (una conservación prolongada en el gallinero, con desprendimiento abundante de olores amoniacales, reduce considerablemente su contenido de nitrógeno) y finalmente el tratamiento que se le haya dado a la gallinaza durante el secado (Estrada, 2005).

2.3.1.3. COMPOST

Es un abono natural que resulta de la transformación de la mezcla de residuos orgánicos de origen animal y vegetal que son transformados por acción de los microorganismos del suelo, en una sustancia activa conocida como humus (Gomero y Velásquez, 1999).

Se entiende como tal, al producto resultante de la transformación biológica, mediante microorganismos, del material orgánico procedente de distintas fuentes tales como estiércol, residuos de cultivos, hojarasca de bosques y material leñoso, componentes orgánicos contenidos en los residuos sólidos urbanos (restos de la preparación de comidas, papeles, cartones, residuos de podas y jardín, flores muertas, entre otros) y lodos provenientes de plantas depuradoras de aguas residuales; desde una mirada ambientalista, el compost posee un inestimable valor pues se trata de la recuperación de materia orgánica a partir de los desechos originados por la actividad humana, que sin ningún tratamiento contaminarían el entorno; el aporte de materia orgánica a los terrenos agrícolas puede hacerse entonces mediante la aplicación de compost (Reta, 2011).

Es un abono natural que resulta de la transformación de la mezcla de residuos orgánicos de origen animal y vegetal que son transformados por acción de los microorganismos del suelo, en una sustancia activa conocida como humus.

El humus mejora la fertilidad y la estructura del suelo. Su calidad en nutrientes, depende de los insumos que se han utilizado para su preparación, como el tipo de estiércol y residuo vegetal, además del tiempo o edad del compost, pero en promedio contiene 1,04% de nitrógeno, 0,8% de fósforo y 1,5% de potasio (Guerrero, 1993; Gomero y Velásquez, 1999).

El compost suministra todos los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas, no tiene efectos negativos para los seres humanos, los animales ni el medio ambiente y es prácticamente imposible sobre dosificarlo. La preparación de compost es la mejor forma de aprovechar desechos orgánicos para convertirlos en un fertilizante que también mejore notablemente la estructura del suelo y así evite tanto la erosión de los nutrientes como la erosión superficial del suelo (Brechtel, 2008).

Según CLADES citado por Paz (1998) el compost tiene las siguientes ventajas:

- a) Mejora la estructura del suelo al favorecer la estabilización de los agregados modificando el espacio poroso del suelo, lo cual favorece el movimiento del agua y del aire, así como también la penetración de las raíces.
- b) Incrementa la retención de humedad del suelo a casi el doble, contribuyendo de esta manera a que las plantas toleren y resistan mejor las sequías.
- c) Incrementa la capacidad de retención de nutrientes en el suelo; además libera progresivamente el nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio, boro, fierro y otros elementos que son necesarios para el crecimiento de las plantas.
- d) Incrementa y favorece el desarrollo y la actividad de los organismos del suelo, los cuales participan en una serie de procesos que le dan salud y favorecen el crecimiento adecuado de las plantas.

La composición química del compost es muy variable, depende de la cantidad y tipo de insumos utilizados, así como de las condiciones ambientales y de descomposición que intervienen en el compostaje.

2.4. TRABAJOS DE INVESTIGACION REALIZADOS

DOMÍNGUEZ, (1989), menciona que la materia orgánica del suelo es el conjunto de residuos vegetales y animales de todas las clases más o menos descompuestas y transformadas por la acción de los microorganismos, la cual constituye uno de los componentes fundamentales del suelo y a pesar de que en los suelos minerales su contenido es bajo en proporción a otras partículas sólidas, su presencia ejerce notable influencia sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

DALZELL (1991) y **ESTRADA** (1996), indican que la materia orgánica del suelo está formada por sustancias húmicas, animales y plantas muertas. Siempre contiene carbono, oxígeno e hidrógeno y además varios elementos inorgánicos como nitrógeno, fósforo y potasio. La materia orgánica puede almacenar gran cantidad de agua y atraer hasta diez veces más nutrientes que los minerales de la arcilla. La tasa de descomposición de la materia orgánica es alta en los suelos tropicales y subtropicales debido a las altas temperaturas.

KIEHL, (1985), dice que la materia orgánica actúa directamente en la biología del suelo, constituyendo una fuente de energía y de nutrientes para los microorganismos que participan en su ciclo biológico manteniendo al suelo en un constante dinamismo, ejerciendo un papel importante en la fertilidad y productividad de los suelos

GROS, (1981), sostiene que la materia orgánica es fuente de reserva de nutrientes para las plantas. Bajo la acción microbiana del suelo, el humus se mineraliza paulatinamente, de tal forma que no solo libera nitrógeno nítrico, sino también el conjunto de elementos fertilizantes.

ESTRADA, (1996), señala que la materia orgánica es un componente esencial en la formación y viabilidad de un suelo agrícola. El nombre genérico de materia orgánica

comprende toda, clase de materiales de origen vegetal y animal, fresco, seco, descompuesto o en diferentes estados de descomposición, hasta la formación de humus. Al hablar de la parte orgánica del suelo, debe comprenderse o referirse a la acción biodinámica de dos entidades: la materia orgánica propiamente dicha y el humus.

CHUQUIRUNA, (1989); citado por Oré, (1995), indica que una forma de mejorar la fertilidad del suelo es aplicando abonos orgánicos, debido a que éstos aparte de intervenir en la formación de la estructura del suelo, son fuentes de nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas y organismos que viven en él, en contraste con los fertilizantes químicos que solo tienen algunos nutrientes y su efecto físico es nulo

GAMARRA, (1990); citado por Oré, (1995); dice que las enmiendas orgánicas, aportan materia orgánica al suelo, encontró además que el compost y la gallinaza son las mejores enmiendas que incrementan la flora bacteriana del suelo. En la Costa Peruana las fuentes de materia orgánica que se usan mayormente son: el guano de islas, el estiércol de vacuno, la gallinaza, el compost y el humus de lombriz.

FELIPE MORALES, (1996), en la Selva, el uso de abonos verdes a bases leguminosas, constituye la principal fuente de materia orgánica (Felipe-Morales, 1996, citado por CLADES, 1998).

VILCA, (2004), evaluó el efecto biofertilizante de diferentes concentraciones de la endomicorrizas *Glomus* sobre el cultivo de paprika bajo condiciones de invernadero en la Región de Tacna, encontró que la aplicación de 4 ml del producto comercial MicoSyn – Triton® conteniendo 800 PIM de *Glomus* sp. es suficiente para generar el mayor porcentaje de colonización, desarrollo vegetativo e incremento en la producción del ají páprika (*Capsicum annum* L.) bajo condiciones de invernadero.

ROJAS, (2007), encontró un efecto positivo en los tratamientos constituidos por micorrizas, gallinaza y humus de lombriz, al evaluar el efecto coadyuvante de la incorporación de micorrizas y abonos orgánicos en el crecimiento de plantas de hortaliza, en el valle Alto de Cochabamba, Bolivia.

IRIZAR et al. (2008), evaluaron en México, el efecto de dosis de inoculante micorrizico (*G. intraradices*) y sustratos en el desarrollo de plántulas de tomate de cáscara (*Physalisixo carpa* Brot.) var diamante, cultivadas bajo invernadero determinaron a los 27 días hubo diferencias estadísticas significativas entre dosis y entre los sustratos utilizados es así que se obtiene una mayor biomasa aérea al aplicar la en el sustrato Peatmoss y cuando se la mezcló con suelo se incrementó el volumen radicular, a diferencia de la mezcla Agrolita con dosis altas de micorrizas tuvieron un efecto negativo en la sobrevivencia de las plantas.

LAGOS, (2010), determinó que los tratamientos con la endomicorriza *Entrepthosphorasp*, produjo el mayor incremento de altura, numero de hojas y crecimiento al evaluar cuatro cepas de micorrizas en plantas de tomate bajo condiciones de vivero en Honduras.

NUÑEZ et al. (2013), determinaron que el mayor rendimiento en el cultivo de remolacha con 1,71 kg/m², se obtuvo en el tratamiento micorrizas mas *Azospirillum*, al evaluar La aplicación de biofertilizantes a base de *Azospirillum* y micorrizas en asociaciones de cultivos hortícolas en condiciones semiprotegido en Matanzas, Cuba.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, (2009), en un ensayo realizado con Guano de las Islas, sobre el Efecto de la aplicación de un Testigo (T), sin recibir guano ni estiércol, 560 Kg de Guano de las islas (G), 5000 Kg. de estiércol (E), y guano + estiérco (GE) combinado en cantidades proporcionales en el cultivo de papa, determinaron lo siguiente (Kg/ha) :

Tratamientos	Cajamarca	Ayacucho	Ancash	Puno	Junín	Promedio	Incremento
T	1376	4382	5389	5933	7741	4958	100%
G E	4972	8407	9056	9644	11870	8790	177%
GE	2602	5889	14630	7311	11537	8394	169%
	8685	13815	22630	13511	15796	14887	300%

AGUILAR, et. al. (2010), realizaron un estudio un estudio sobre el desarrollo y producción de esquejes de tallo juvenil en papa obtenidos en cuatro partes diferentes de la misma planta. Se usaron esquejes de tallo juvenil de la variedad Mariva (*Solanum andígena x Solanum tuberosum*), con el fin de evaluar el desarrollo de la planta al trasplante a los 30

se obtuvieron de la parte apical, parte media superior parte media inferior y parte basal.

En altura de plantas se obtuvieron los siguientes resultados:

	Al trasplante (cm.)	30 días (cm.)	60 días (cm.)
Parte apical	4.7 a	26.7 b	29.4 b
Parte media superior	3.3 b	29.7 a	40.2 a
Parte media inferior	5.2 a	29.6 ab	40.5 a
Parte basal	3.6 b	27.1 ab	35.8 a

Nota: Letras iguales indican no significación entre tratamientos

Producción de tubérculos/maceta:

	Numero tubérc./maceta	Peso tubérculo/maceta	Peso promedio tubérculo
Parte apical	4.9 a	78.5 a	17.0 b
Parte media superior	4.0 ab	82.2 a	23.8 a
Parte media inferior	3.7 b	71.3 a	21.6 ab
Parte basal	3.9 b	72.0 a	19.6 ab

Nota: Letras iguales indican no significación entre tratamientos

GUTIERREZ, et al. (2007), Única es una variedad desarrollada por la División de Mejoramiento y Utilización de Recursos Genéticos del Centro Internacional de la papa (CIP), con la colaboración de la Universidad Nacional de Ica; entre sus principales atributos resaltan la resistencia a virus (PVY), su tolerancia al calor, su moderada resistencia al nematodo del nudo (*Meloidogyne ssp*), su precocidad, su estabilidad de rendimiento en varias épocas de siembra y su leve tolerancia a sales.

y 60 días, así como el número y el peso de los tubérculos y la precocidad. Los esquejes

MATERIALES Y METODOS

3.1. UBICACIÓN DEL AREA EXPERIMENTAL

El presente trabajo se realizó en las instalaciones del Fundo -Doloresll en el Distrito de José Luis Bustamante y Rivero, Provincia de Arequipa, Región Arequipa. Geográficamente se halla a 16° 24' 49" de Latitud Sur, 71° 31' 35" de Longitud Oeste y a una altura de 2 347 m.s.n.m. (Fotografía 01).

FOTOGRAFÍA 01. UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL



3.2. FECHA DE INICIO Y TÉRMINO

Se inició en Marzo 2015 y finalizó en Setiembre de 2015.

3.3. HISTORIA DEL CAMPO EXPERIMENTAL

El trabajo se realizó en invernadero, instalado en el Fundo -Doloresll.

3.4. CLIMATOLOGÍA

Los datos climáticos se obtuvieron de la Estación La Pampilla, perteneciente al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), estos datos se encuentran en el Anexo 01. La representación gráfica de las temperaturas máxima, mínima y media, obtenidas en el interior del invernadero se muestra en el Gráfico 01, 02 y 03 para los meses de Junio a Agosto del 2015

La temperatura máxima mensual se registra en el mes de Febrero con 22.9°C y la temperatura mínima mensual más baja en los meses de Mayo y Junio con 6.4 °C; en cuanto a la humedad relativa la más alta se registra en el mes de Enero con 61.0 %.La Evaporación más alta registrada en tanque clase -All fue de 5.0 mm/día en el mes de Julio y la más baja en el mes de Marzo con 1.1 mm./día. La precipitación más alta fue registrada en Enero con 33.3 mm. En los Gráficos 01, 02 y 03, se muestra la variación de la temperatura en el interior del invernadero.

GRAFICO 01. Variación de las Temperaturas Máxima y Mínima en el interior del Invernadero - JUNIO. Fundo “Dolores”. Distrito J.L.B y R.

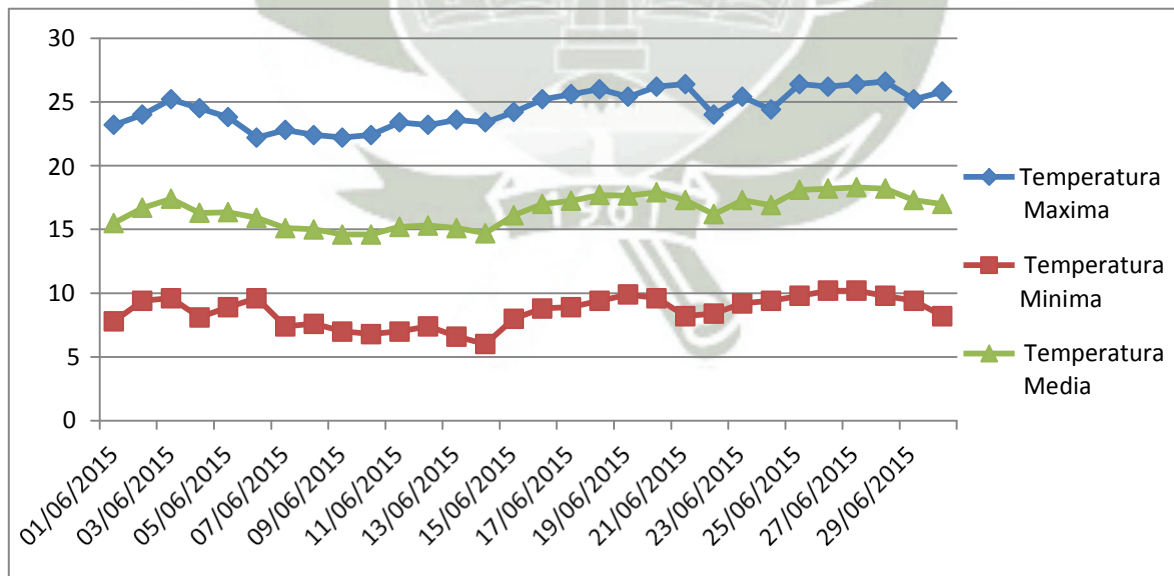


GRAFICO 02. Variación de las Temperaturas Máxima y Mínima en el interior del Invernadero - JULIO. Fundo "Dolores". Distrito J.L.B y R.

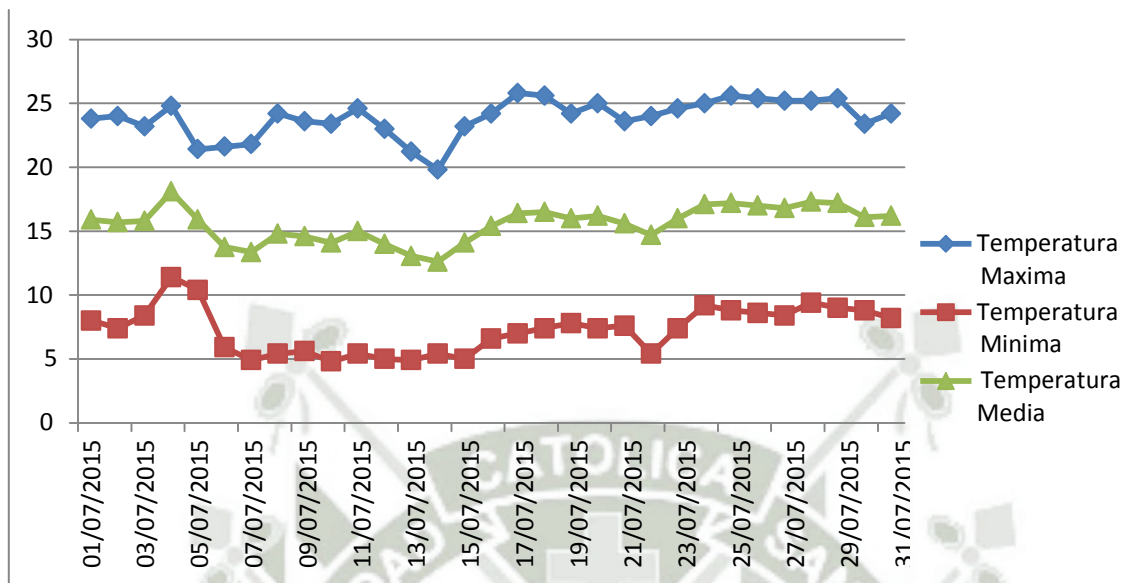
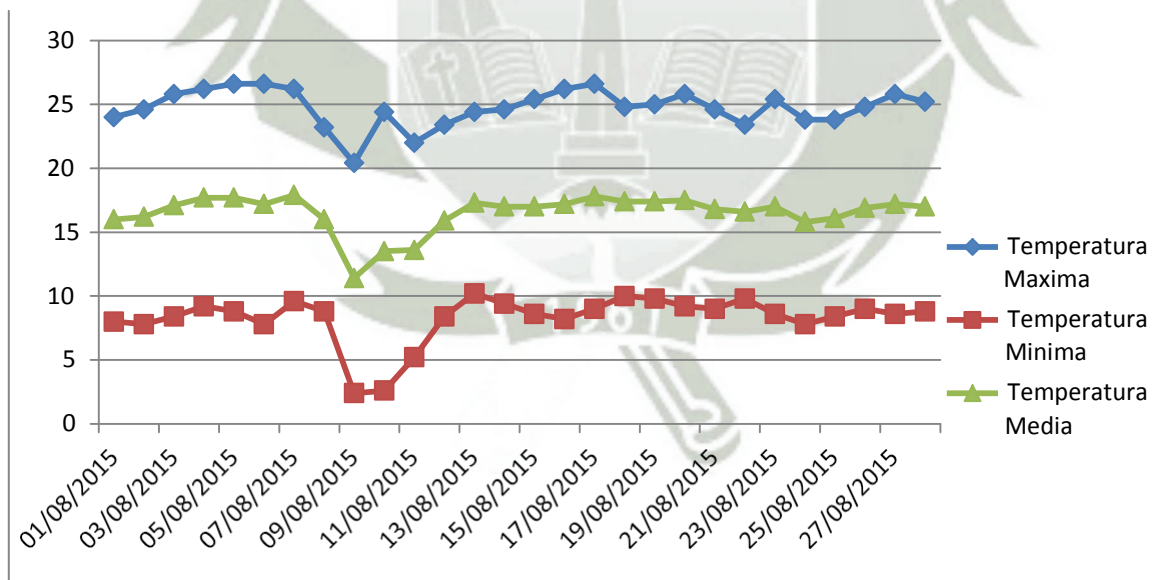


GRAFICO 03. Variación de las Temperaturas Máxima y Mínima en el interior del Invernadero - AGOSTO. Fundo "Dolores". Distrito J.L.B y R.



3.5. RECURSO AGUA

El agua que se utilizó en el estudio tiene un pH de 7.98, la C.E. de 0.37 mS/m., la STD (Sólidos totales disueltos) de 240.00 mg/lit, con una Dureza Total de 111.00 mg/lit, la RAS (Relación de adsorción de sodio) 1.19. En cuanto al RAS presenta un nivel bajo y según la Clasificación del Laboratorio de Salinidad de Riverside, es un agua C2S1, lo que indica que es un agua con salinidad media y con contenido bajo de sodio, apta para todo tipo de riegos. (Anexo No. 02)

3.6. RECURSO SUELO

Se empleó en el invernadero, sustratos en base a, compost, guano de isla, gallinaza y micorrizas (Anexo 03, 04 y 05)

3.7. MATERIALES Y METODOS

3.7.1. MATERIALES

3.7.1.1. Materiales de Instalación de Invernadero

- ▣▣▣▣ 01 Invernadero (Fotografía 02)
- ▣▣▣▣ 70 m Cable acerado
- ▣▣▣▣ 64 m Manguera P.E., 16 mm. de diámetro
- ▣▣▣▣ 03 Ventidores
- ▣▣▣▣ 01 Sensor de Temperatura
- ▣▣▣▣ 05 Tubos de agua de 1ll x 5.00 m.
- ▣▣▣▣ 02 Electrobombas ½ hp – 1hp
- ▣▣▣▣ 06 Tubos de metal
- ▣▣▣▣ 70 m Cable de luz

FOTOGRAFIA 02 VISTA DEL INVERNADERO



3.7.1.2. Materiales de campo

- ▣▣▣▣ ½ m³ Piedra pómez
- ▣▣▣▣ 54 Goteros
- ▣▣▣▣ 06 Microaspersores
- ▣▣▣▣ 01 Carretilla
- ▣▣▣▣ 01 Cinta métrica
- ▣▣▣▣ 01 Rollo de Rafia
- ▣▣▣▣ 54 Letreros
- ▣▣▣▣ 01 Palas
- ▣▣▣▣ 01 Zaranda
- ▣▣▣▣ 54 Cajas de empaque de fruta
- ▣▣▣▣ 10m Plástico
- ▣▣▣▣ ½ m³ Arena gruesa
- ▣▣▣▣ 02 Soluciones Nutritivas (A y B)
- ▣▣▣▣ 01 Mochila fumigadora
- ▣▣▣▣ ½ m³ Tierra de chacra

3.7.1.3. Materiales de Laboratorio

▣▣▣▣ 01 Balanza Analítica

▣▣▣▣ 01 Probeta 600 ml.

▣▣▣▣ 02 Botellas plásticas

▣▣▣▣ 01 Vernier

3.7.1.4. Material biológico

▣▣▣▣ 54 Semillas de tuberculillos de papa Var. Única (Fotografía 03)

▣▣▣▣ 250 gr Micorrizas (Endomicorrizas *Glomus intraradices*, *Glomus etunicatum* y *Glomus fascicularum*)

▣▣▣▣ 03 kg Guano de isla

▣▣▣▣ 03 kg Compost

▣▣▣▣ 03 kg Gallinaza (Fotografía 04)

FOTOGRAFIA 03 TUBERCULILLOS PARA PROPAGACIÓN



FOTOGRAFIA 04 SUSTRATOS PARA LOS TUBERCULILLOS



3.7.1.5. Material de Escritorio

- ▣▣▣▣ Lapicero
- ▣▣▣▣ Computadora
- ▣▣▣▣ Hojas de papel bond
- ▣▣▣▣ Regla graduada
- ▣▣▣▣ Calculadora
- ▣▣▣▣ Programa estadístico
- ▣▣▣▣ Libreta de campo
- ▣▣▣▣ Papel craft
- ▣▣▣▣ Cámara digital

3.7.2. METODOLOGIA

3.7.2.1. PREPARACIÓN DEL SUSTRATO

El sustrato que se utilizó estuvo compuesto por dos partes de tierra, una de arena y una piedra pomez de acuerdo a los tratamientos. (Fotografía 05)

FOTOGRAFIA 05 PREPARACIÓN DE SUSTRATOS



3.7.2.2. SELECCIÓN DE LA SEMILLA

Se seleccionó -tubérculo – semillal brotada sin ningún tipo de daño.

3.7.2.3. INCORPORACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA

Se preparó el abono orgánico eliminando todo resto vegetal, terrones y piedras, luego se llenaron los cajones con la mezcla del sustrato de tierra de chacra, arena, piedra pomez y los abonos orgánicos de acuerdo a los tratamientos.

3.7.2.4. FERTILIZACIÓN

El nivel de fertilización fue 150- 200 - 200 de N - P₂O₅ y K₂O respectivamente, la mitad del fósforo y potasio se aplicó a la siembra; en cambio el nitrógeno se aplicó en tres partes: 30% a la siembra, 40% a 32 días de la siembra y 30% a los 52 días, así mismo el 50% restante de fósforo y potasio. Esta formulación se aplicó a todos los tratamientos.

3.7.2.5. SIEMBRA

La -semilla- tubérculo antes de la siembra se desinfecto con el fungicida Thiophanate methy a razón de 500 g/100 L de agua más adherente; la siembra se efectuó en forma manual, se colocaron un -tuberculillo – semillal por maceta

3.7.2.6. RIEGOS

Se aplicó el sistema de goteo de acuerdo a la necesidad del cultivo y fases fenológicas. (Fotografía 06)

FOTOGRAFIA 06 RIEGO POR GOTEO EN TUBERCULILLOS



3.7.2.7. APORQUE

Se realizó en forma manual a los 52 días después de la siembra, aplicando el sustrato alrededor del cuello de la planta.

3.7.2.8. CONTROL FITOSANITARIO

Se efectuó controles preventivos para el control de hongos, esto de acuerdo a las condiciones de clima del invernadero.

En cuanto a control de plagas se realizó inspecciones periódicas para evaluar presencia de *Russeliana solanicola*; para efectuar su control y evitar la proliferación.

3.7.2.9. COSECHA

Se realizó cuando el cultivo alcanzó su madurez fisiológica, una semana antes se cortó el follaje para fortalecer la epidermis de los tubérculos y para evitar el pelado. (Fotografía 07)

FOTOGRAFIA 07 COSECHA DE TUBERCULILLOS



3.8. COMPONENTES EN ESTUDIO

- ▣▣▣▣ Papa Variedad Única
- ▣▣▣▣ Endomicorrizas
- ▣▣▣▣ Guano de isla
- ▣▣▣▣ Compost
- ▣▣▣▣ Gallinaza (Fotografía 08)

FOTOGRAFIA 08 UNIDADES EXPERIMENTALES CON ABONOS ORGANICOS



a) Características de la Var. Única

Forma del tubérculo	Oblonga y alargada
Peso	190 gr
Color	Crema
Periodo vegetativo	90 – 110 días
Altitud de siembra	0 a 3500 msnm.
Resistencia	Tizón tardío moderado

b) Endomicorrizas

Del producto comercial **MYCOSYM TRI-TON**, constituidas por una mezcla de esporas de tres cepas de endomicorrizas vesícula arbúsculares *Glomus intraradices*, *Glomus etunicatum* y *Glomus fascicularum*.

c) Guano de isla

Se utilizó el abono distribuido por Agro- Rural el que presenta 130 kg de Nitrógeno, 120 kg de Fósforo, 30 kg de Potasio, 100 kg de Calcio, 8 kg de Magnesio por tonelada.

d) Compost

Se empleó el abono distribuido por QFAGRO de El Pedregal el que presenta 1.04% de Nitrógeno, 0.8% de Fósforo, 1.5% de Potasio.

e) Gallinaza

Se usó el abono distribuido por las granjas de El Cural el que presenta 1.4-2.1% de Nitrógeno, 1.1- 1.7% de Fósforo, 0.7-1% de Potasio.

3.9. DISEÑO EXPERIMENTAL

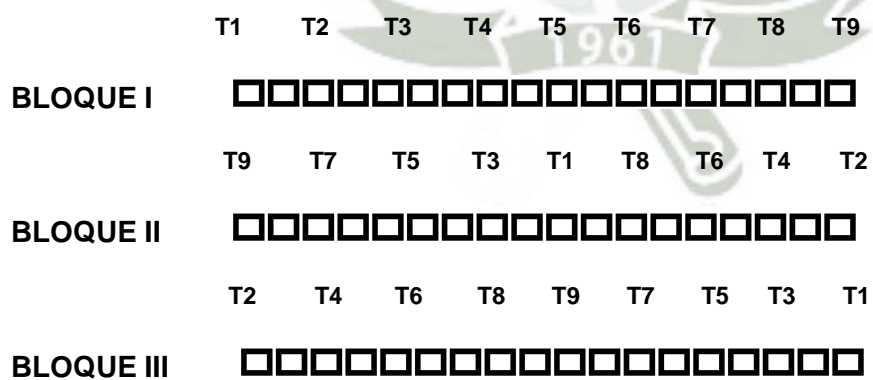
Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar, con nueve tratamientos y tres repeticiones. Cada unidad experimental constó de 2 plantas. (Fotografía 09).

Tratamientos en estudio:

- T1 : Micorriza
- T2 : Micorriza+ Guano de isla
- T3 : Micorriza+ Compost
- T4 : Micorriza+ Gallinaza
- T5 : Micorriza + Guano de isla + Compost
- T6 : Micorriza + Guano de isla + Gallinaza
- T7 : Micorriza + Gallinaza + Compost
- T8 : Micorriza + Guano de isla + Compost + Gallinaza
- T9 : Testigo (fertilizante químico)



3.10. CROQUIS EXPERIMENTAL



CATÁLOGO DE VISTA DE UNIDADES EXPERIMENTALES

■ Unidad Experimental (Fotografía 10)

- Largo de caja para embalar fruta 0.50 m.
- Ancho de caja para embalar fruta 0.40 m
- Área de contenedor de sustrato (unidad experimental) 0.20 m²

■ Bloques

- Largo 4.50 m
- Ancho 0.80 m
- Distanciamiento entre parcelas 0.50 m
- Distanciamiento entre bloques 0.30 m
- Área neta de bloque 3.60 m²
- Área total 17.5 m²

FOTOGRAFIA 10 UNIDAD EXPERIMENTAL



3.11. EVALUACIONES REALIZADAS

a) Altura de planta

Se realizó evaluaciones, a los 45, 60, 75 y cosecha, midiéndose desde el cuello de la planta hasta el ápice. Los resultados se expresan en cm. (Fotografía 11)

FOTOGRAFIA 11 ALTURA DE PLANTAS



b) Número de tallos por planta

Esta evaluación se realizó a los 65 dds. Los resultados se expresan en unidades

c) Número de tuberculillos por planta

Para esta variable se tomó toda la planta (unidad experimental), que es el contenedor del sustrato. Los resultados se expresan en unidades. (Fotografía 12)

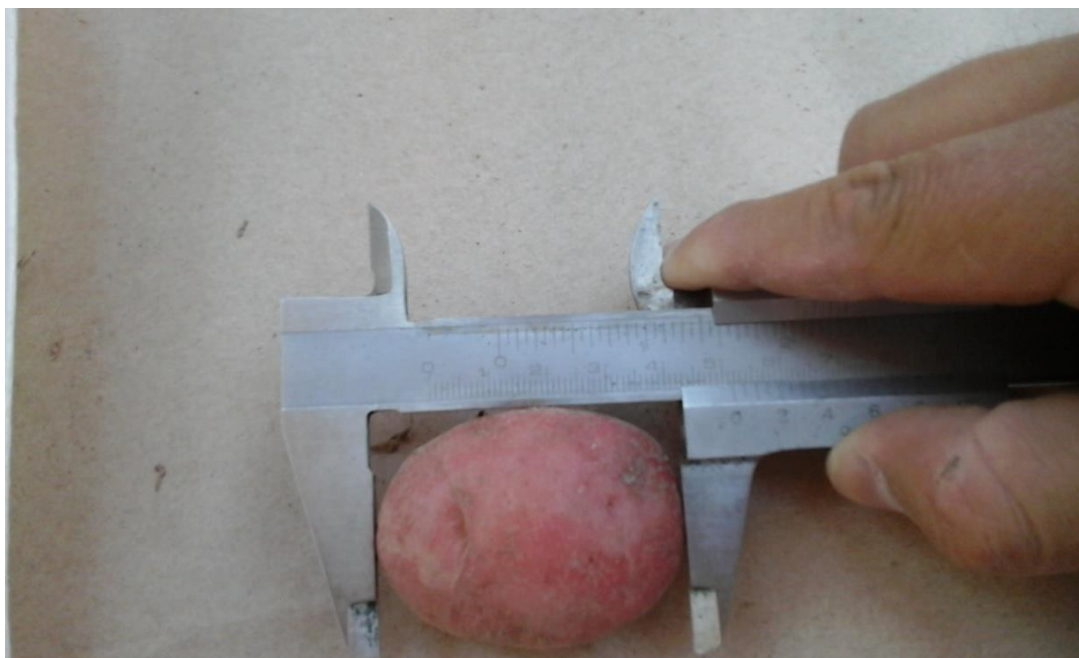
FOTOGRAFIA 12 NUMERO DE TUBERCULILLOS POR PLANTA



d) Diámetro Polar del tuberculillo

Se midió con un vernier de extremo a extremo del tuberculillo. Los resultados se expresan en mm. (Fotografía 13)

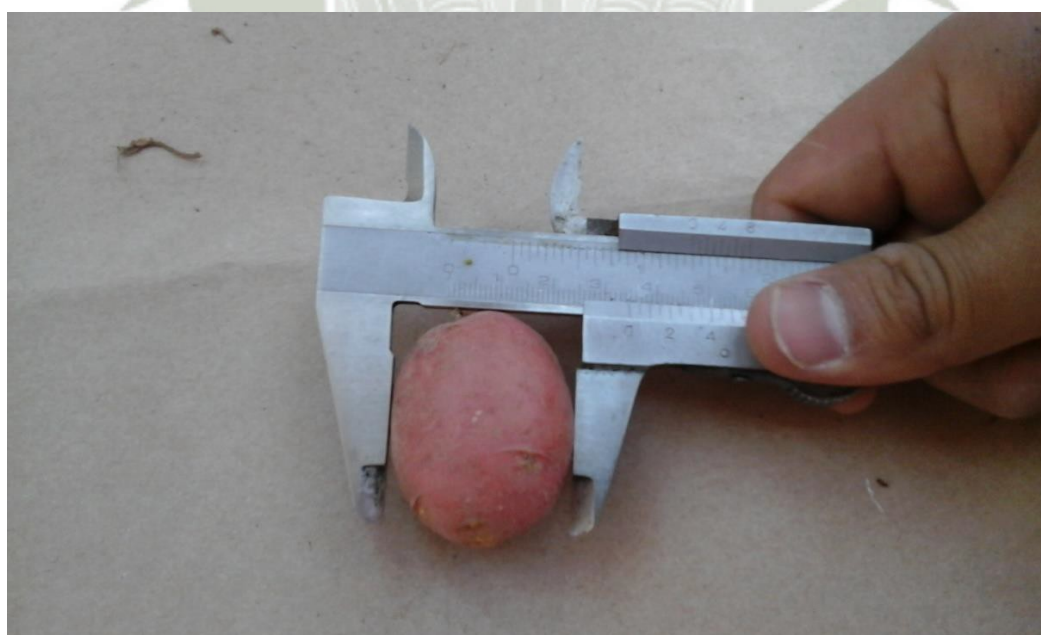
FOTOGRAFIA 13 DIAMETRO POLAR DEL TUBERCULILLO



e) Diámetro Ecuatorial del tuberculillo

Se midió con un vernier de extremo a extremo de la zona ecuatorial del tuberculillo. Los resultados se expresan en mm. (Fotografía 14)

FOTOGRAFIA 14 DIAMETRO ECUATORIAL DEL TUBERCULILLO



f) Senescencia:

Se evaluó a los 90 dds, en base a la escala propuesta por el CIP (Centro Internacional de la Papa, 2002).

Escala propuesta por (CIP 2002)

1: Plantas jóvenes:	Totalmente verdes , con hojas color verde claro y con brotes desarrollando
3: Plantas ligeramente jóvenes:	Plantas con hojas color verde claro y sin brotes desarrollo
5: Plantas ligeramente senescentes:	Plantas ligeramente cloróticas con producción de bayas
7: Plantas senescentes:	Plantas cloróticas con inicios de madurez, con algunas plantas muertas
9: Plantas totalmente	Plantas totalmente secas

3.12. PROCESAMIENTO DE DATOS

El Análisis de Varianza (ANVA) se efectuó tomando como base los resultados obtenidos de altura de plantas a los 45, 60, 75 y cosecha, número de tallos/planta, Número de tuberculillos por planta, diámetro polar, ecuatorial de tuberculillos y senescencia. La prueba estadística empleada fue la de "F" y los valores calculados se compararon con el de las Tablas respectivas al nivel de 5% de probabilidades; para comparar los promedios de tratamientos que resultaran significativos, se empleó la Prueba de Rango Múltiple de Duncan a un nivel de 0.05%

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1 ALTURA DE PLANTAS

4.1.1. Altura de plantas a los 45 dds.

Los valores promedio de altura de plantas, a los 45 días de la siembra (dds) para los diferentes tratamientos, se muestran en el Anexo 06, donde se puede observar que la mayor altura alcanza el Tratamiento T8 (Micorrizas + Guano de Islas + Compost + Gallinaza), con 29.67 cm.

En el Anexo 07, se muestra el Análisis de Varianza (ANVA), al 5% de probabilidades, indicando diferencias estadísticas entre los Tratamientos en estudio. El Coeficiente de variabilidad (C.V.) es del 3.98 %, que indica que existe confianza en los valores obtenidos.

En el Cuadro 03, se indica la Prueba de Rango Múltiple de Duncan, donde se observa que estadísticamente el Tratamiento T8 (Micorrizas +Guano de Isla + Compost + Gallinaza), alcanza la mayor altura de plantas en promedio con 29.67 cm., estadísticamente diferente a los demás tratamientos.

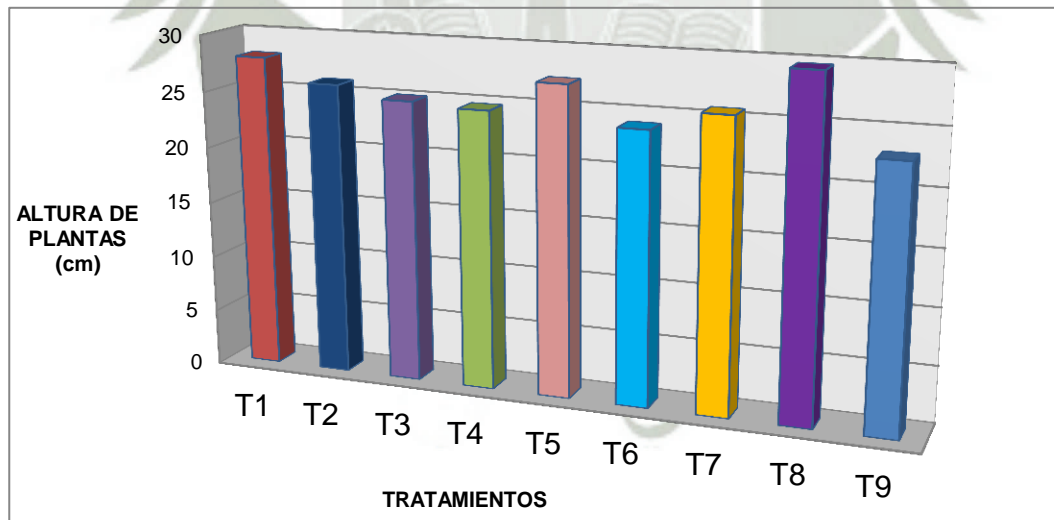
En el Gráfico 04 se muestra la representación gráfica de la altura de plantas a los 45 días después de la siembra (dds).

CUADRO 01. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Altura de plantas a 45 dds. Efecto de la aplicación de micorrizas combinadas con abonos orgánicos en la producción de tuberculillos papa (*Solanum tuberosum L.*) var. Única, bajo condiciones de invernadero. 2015

Orden	Tratamientos	Altura de plantas (cm.)	Significación $\alpha= 0.05\%$
1	T8	29.67	a
2	T1	28.00	b
3	T5	27.33	b
4	T2	26.00	bc
5	T7	25.67	cd
6	T3	25.00	de
7	T4	24.67	ef
8	T6	24.00	f
9	T9	23.00	g

Nota: Letras iguales indican que no hay significación estadística entre tratamientos.

GRAFICO 04 Altura de plantas a los 45 dds.



4.1.2. Altura de plantas a los 60 dds.

Los valores promedio de altura a los 60 días de la siembra, para los diferentes tratamientos se muestran en el Anexo 08, donde se puede observar que la mayor altura alcanza el Tratamiento T8 (Micorrizas +Guano de Isla + Compost + Gallinaza), con 40.33 cm.

En el Anexo 09 se muestra el Análisis de Varianza (ANVA), al 5% de probabilidades, indicando diferencias estadísticas entre los Tratamientos en estudio. El Coeficiente de variabilidad (C.V.) es del 3.29%, que indica la confianza en los valores obtenidos en campo.

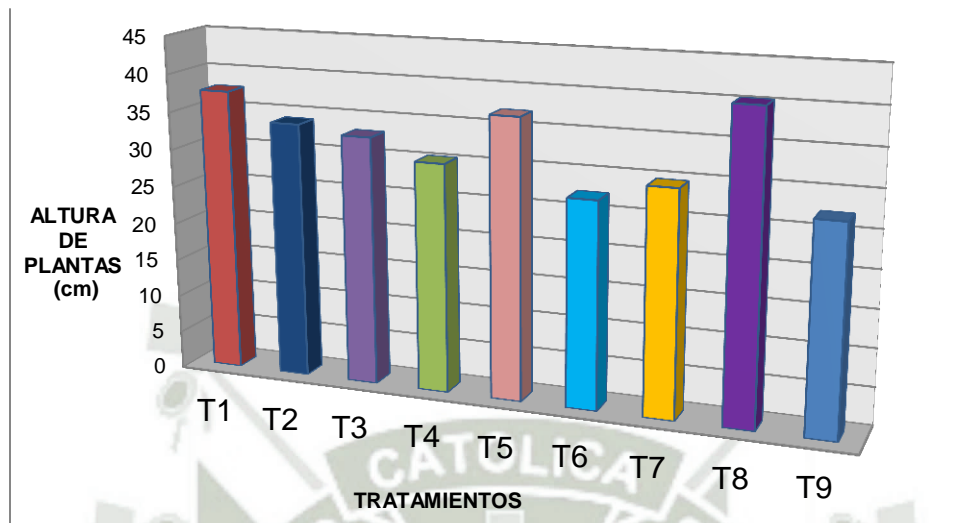
En el Cuadro 02, se indica la Prueba de Rango Múltiple de Duncan, donde se observa que estadísticamente el Tratamiento T8 (Micorrizas +Guano de Isla + Compost + Gallinaza), alcanza la mayor altura de plantas en promedio con 40.33 cm., estadísticamente diferente a los demás tratamientos.

En el Gráfico 05 se muestra la representación gráfica de la altura de plantas a los 45 días después de la siembra (dds).

CUADRO 02. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Altura de plantas a 60 dds. Efecto de la aplicación de micorrizas combinadas con abonos orgánicos en la producción de tuberculillos papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Única, bajo condiciones de invernadero. 2015

Orden	Tratamientos	Altura de plantas (cm.)	Significación $\alpha= 0.05\%$
1	T8	40.33	a
2	T1	37.67	b
3	T5	37.00	b
4	T2	34.00	c
5	T3	33.00	c
6	T4	30.33	d
7	T7	29.67	d
8	T6	27.33	e
9	T9	27.33	e

GRAFICO 05 **Altura de plantas a los 60 dds.**



4.1.3. Altura de plantas a los 75 dds.

Los valores promedio de altura a los 75 días de la siembra para los diferentes tratamientos se muestran en el Anexo 10, donde se puede observar que la mayor altura alcanza el Tratamiento T8 (Micorrizas +Guano de Isla + Compost + Gallinaza), con 64.00 cm.

En el Anexo 11 se muestra el Análisis de Varianza (ANVA), al 5% de probabilidades, indicando diferencias estadísticas entre los Tratamientos en estudio. El Coeficiente de variabilidad (C.V.) es del 4.26 %, que indica la confianza en los valores obtenidos en campo.

En el Cuadro 03, se indica la Prueba de Rango Múltiple de Duncan, donde se observa que estadísticamente el Tratamiento T8 (Micorrizas +Guano de Isla + Compost + Gallinaza), alcanza la mayor altura de plantas en promedio con 64.00 cm., estadísticamente diferente a los demás tratamientos..

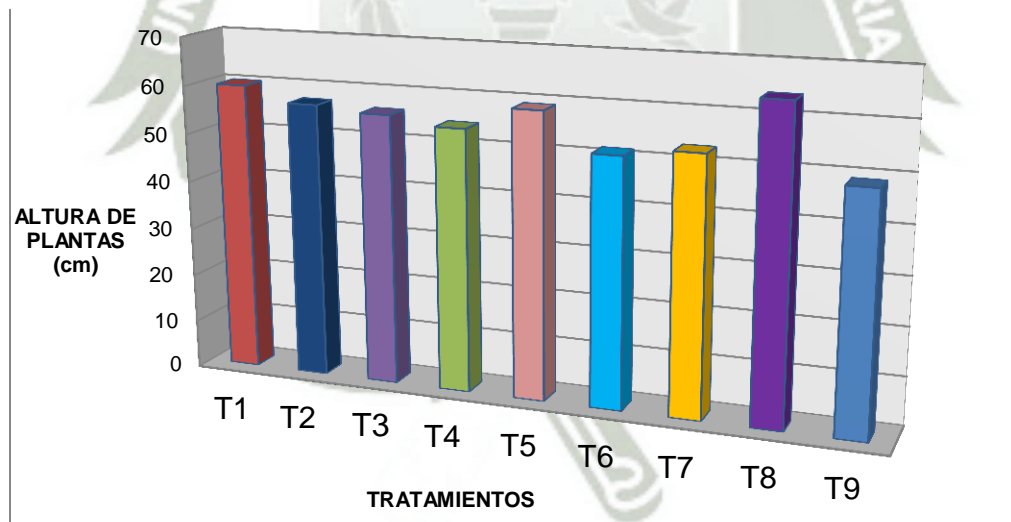
En el Gráfico 06, se muestra la representación gráfica de la altura de plantas a los 75 días después de la siembra (dds).

CUADRO 03. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Altura de a 75 dds. Efecto de la aplicación de micorrizas combinadas con abonos orgánicos en la producción de tuberculillos papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Única, bajo condiciones de invernadero. 2015

Orden	Tratamientos	Altura de plantas (cm.)	Significación $\alpha= 0.05\%$
1	T8	64.00	a
2	T1	60.00	b
3	T5	59.00	b
4	T2	57.00	b
5	T3	56.00	b c
6	T4	54.33	c
7	T7	53.00	c d
8	T6	51.33	d
9	T9	49.00	d

Nota: Letras iguales indican que no hay significación estadística

GRAFICO 06. Altura de plantas a los 75 dds.



4.1.4. Altura de plantas a la cosecha

Los valores promedio de altura a la cosecha para los diferentes tratamientos se muestran en el Anexo 12, donde se puede observar que la mayor altura alcanza el Tratamiento T8 (Micorrizas +Guano de Isla + Compost + Gallinaza), con 69.00 cm.

En el Anexo 13 se muestra el Análisis de Varianza (ANVA), al 5% de probabilidades, indicando diferencias estadísticas entre los Tratamientos en estudio. El Coeficiente de variabilidad (C.V.) es del 1.83 %, que indica la confianza en los valores obtenidos en campo.

En el Cuadro 04, se indica la Prueba de Rango Múltiple de Duncan, donde se observa que estadísticamente el Tratamiento T8 (Micorrizas +Guano de Isla + Compost + Gallinaza), alcanza la mayor altura de plantas en promedio con 69.00 cm., estadísticamente diferente a los demás tratamientos.

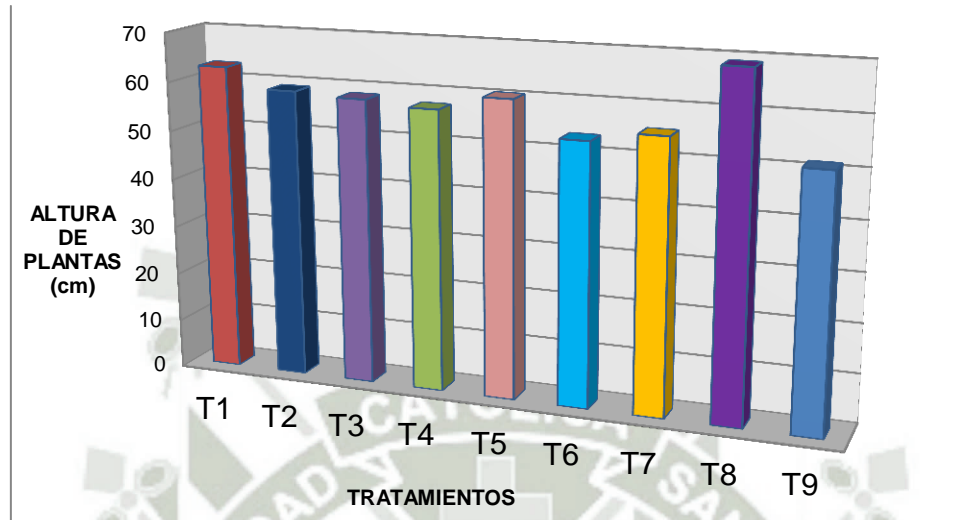
En el Gráfico 07 se muestra la representación gráfica de la altura de plantas a la cosecha (d.d.s).

CUADRO 04. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Altura de a la cosecha. Efecto de la aplicación de micorrizas combinadas con abonos orgánicos en la producción de tuberculillos papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Única, bajo condiciones de invernadero. 2015

Orden	Tratamientos	Altura de plantas (cm.)	Significación $\alpha= 0.05\%$
1	T8	69.00	a
2	T1	63.00	b
3	T5	60.33	b
4	T2	59.00	b
5	T3	58.33	b c
6	T4	57.33	c d
7	T7	55.33	d e
8	T6	53.33	e
9	T9	51.33	f

Nota: Letras iguales indican que no hay significación estadística

GRAFICO 07. Altura de plantas a la cosecha.



4.2. NÚMERO DE TALLOS/PLANTA EN PAPA.

Los valores promedio del Número de tallos de papa a la cosecha para los diferentes tratamientos se muestran en el Anexo 14, donde se puede observar que el mayor número de tallos por planta se presenta en el Tratamiento T8 (Micorrizas +Guano de Isla + Compost + Gallinaza), con 3.00 unidades en promedio.

En el Anexo 15 se muestra el Análisis de Varianza (ANVA), al 5% de probabilidades, indicando diferencias estadísticas entre los Tratamientos en estudio. El Coeficiente de variabilidad (C.V.) es de 20.69 %, que indica la confianza en los valores obtenidos en campo.

En el Cuadro 05, se indica la Prueba de Rango Múltiple de Duncan, donde se observa que estadísticamente sobresalen los Tratamientos T8 (Micorrizas +Guano de Isla + Compost + Gallinaza), T3 (Micorriza + Compost) y T5 (Micorrizas +Guano de Isla + Compost), logrando el mayor número de tallos/planta en

promedio con 3.00, 2.67 y 2.33 unidades respectivamente., estadísticamente diferente a los demás tratamientos.

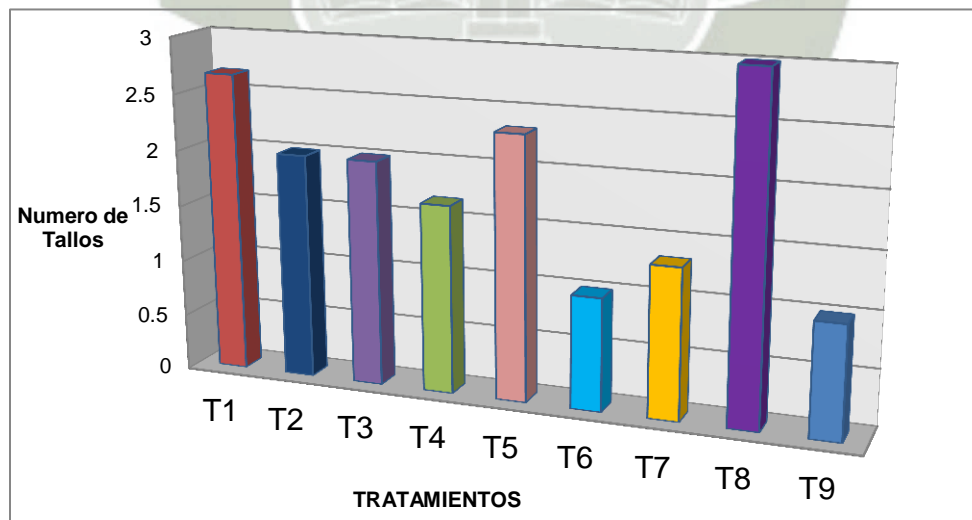
En el Gráfico 08 se muestra la representación gráfica del número de tallos/planta.

CUADRO 05. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Número de tallos/planta a la cosecha. Efecto de la aplicación de micorrizas combinadas con abonos orgánicos en la producción de tuberculillos papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Única, bajo condiciones de invernadero. 2015

Orden	Tratamientos	Número de tallos por plantas	Significación $\alpha= 0.05\%$
1	T8	3.00	a
2	T1	2.67	a
3	T5	2.33	a b
4	T2	2.00	b
5	T3	2.00	b
6	T4	1.67	b
7	T7	1.33	b c
8	T6	1.00	c
9	T9	1.00	c

Nota: Letras iguales indican que no hay significación estadística

GRAFICO 08. Número de tallos por planta a la cosecha.



4.3. NUMERO DE TUBERCULILLOS/PLANTA

Los valores promedio del Número de tuberculillos/planta de papa para los diferentes tratamientos se muestran en el Anexo 16, donde se puede observar que el mayor número de tallos por planta se presenta en el Tratamiento T8 (Micorrizas +Guano de Isla + Compost + Gallinaza), con 21.33 unidades en promedio.

En el Anexo 17 se muestra el Análisis de Varianza (ANVA), al 5% de probabilidades, indicando diferencias estadísticas entre los Tratamientos en estudio. El Coeficiente de variabilidad (C.V.) es de 6.79 %, que indica la confianza en los valores obtenidos en campo.

En el Cuadro 06, se indica la Prueba de Rango Múltiple de Duncan, donde se observa que estadísticamente el Tratamiento T8 (Micorrizas +Guano de Isla + Compost + Gallinaza), alcanza el mayor número de tuberculillos/planta en promedio con 21.33 unidades en promedio, estadísticamente diferente a los demás tratamientos.

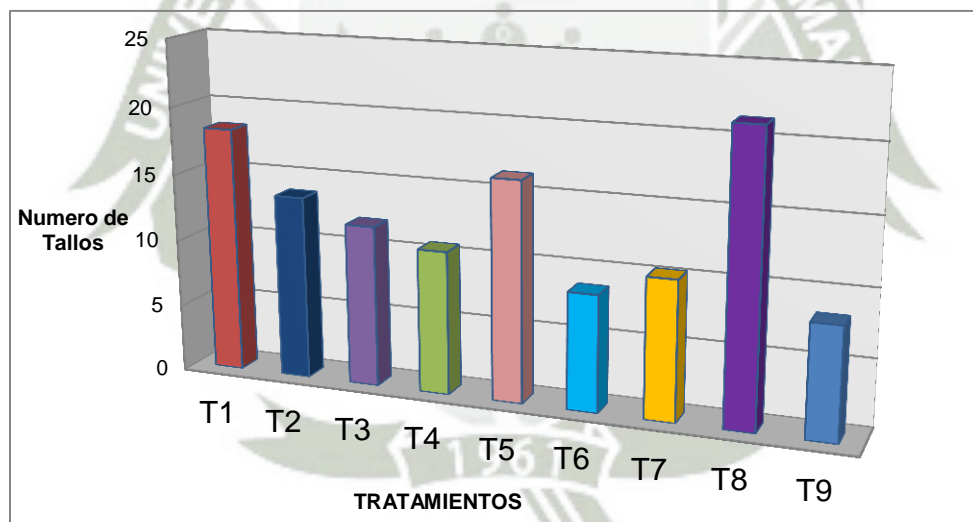
En el Gráfico 09 se muestra la representación gráfica del número de tuberculillos/planta.

CUADRO 06. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Número de tuberculillos/planta. Efecto de la aplicación de micorrizas combinadas con abonos orgánicos en la producción de tuberculillos papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Única, bajo condiciones de invernadero. 2015

Orden	Tratamientos	Número de tuberculillos/planta	Significación $\alpha= 0.05\%$
1	T8	21.33	a
2	T1	18.33	b
3	T5	16.33	c
4	T2	13.67	c
5	T3	12.00	d
6	T4	10.67	d
7	T7	10.33	d
8	T6	8.67	e
9	T9	8.33	e

Nota: Letras iguales indican que no hay significación estadística

GRAFICO 09. Número de tuberculillos por planta



4.4. DIAMETRO POLAR DE TUBERCULILLOS

Los valores promedio del Diámetro polar de tuberculillos de papa para los diferentes tratamientos se muestran en el Anexo 18, donde se puede observar que el mayor diámetro polar en tuberculillos de papa se presenta en el Tratamiento T8 (Micorrizas +Guano de Isla + Compost + Gallinaza), con 49.26 mm. en promedio.

En el Anexo 19 se muestra el Análisis de Varianza (ANVA), al 5% de probabilidades, indicando diferencias estadísticas entre los Tratamientos en estudio. El Coeficiente de variabilidad (C.V.) es de 7.68 %, que indica la confianza en los valores obtenidos en campo.

En el Cuadro 07, se indica la Prueba de Rango Múltiple de Duncan, donde se observa que estadísticamente el Tratamiento T8 (Micorrizas +Guano de Isla + Compost + Gallinaza), alcanza el mayor diámetro de tuberculillos con 49.26 mm. en promedio, estadísticamente diferente a los demás tratamientos.

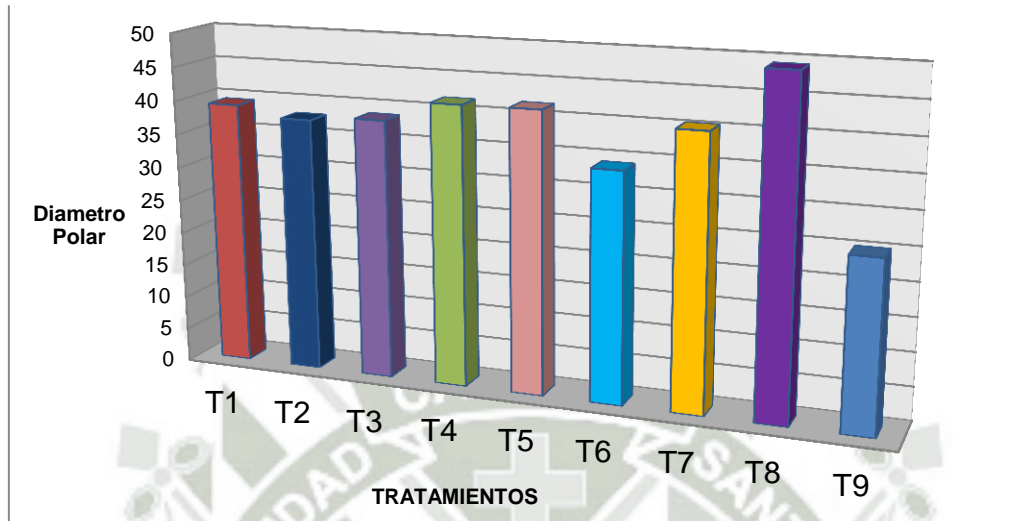
En el Gráfico 10 se muestra la representación gráfica del Diámetro polar de tuberculillos/planta.

CUADRO 07. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Diámetro polar de Tuberculillos (mm) a la cosecha. Efecto de la aplicación de micorrizas combinadas con abonos orgánicos en la producción de tuberculillos papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Unica, bajo condiciones de invernadero. 2015

Orden	Tratamientos	Diámetro polar de tuberculillos	Significación $\alpha= 0.05\%$
1	T8	49.26	a
2	T5	41.75	b
3	T4	41.66	b
4	T7	40.41	b
5	T1	39.33	b
6	T3	38.60	b c
7	T2	37.87	c
8	T6	34.09	c
9	T9	25.21	d

Nota: Letras iguales indican que no hay significación estadística

GRAFICO 10. Diámetro polar de tuberculillos



4.5. DIAMETRO ECUATORIAL DE TUBERCULILLOS EN PAPA

Los valores promedio del Diámetro ecuatorial de tuberculillos de papa para los diferentes tratamientos se muestran en el Anexo 20, donde se puede observar que el mayor diámetro ecuatorial se presenta en el Tratamiento T8 (Micorrizas +Guano de Isla + Compost + Gallinaza), con 38.43 mm. en promedio.

En el Anexo 21 se muestra el Análisis de Varianza (ANVA), al 5% de probabilidades, indicando diferencias estadísticas entre los Tratamientos en estudio. El Coeficiente de variabilidad (C.V.) es de 4.54 %, que indica la confianza en los valores obtenidos en campo.

En el Cuadro 08, se indica la Prueba de Rango Múltiple de Duncan, donde se observa que estadísticamente el Tratamiento T8 (Micorrizas +Guano de Isla + Compost + Gallinaza), alcanza el mayor diámetro ecuatorial de tuberculillos con 38.43 mm. en promedio, estadísticamente diferente a los demás tratamientos.

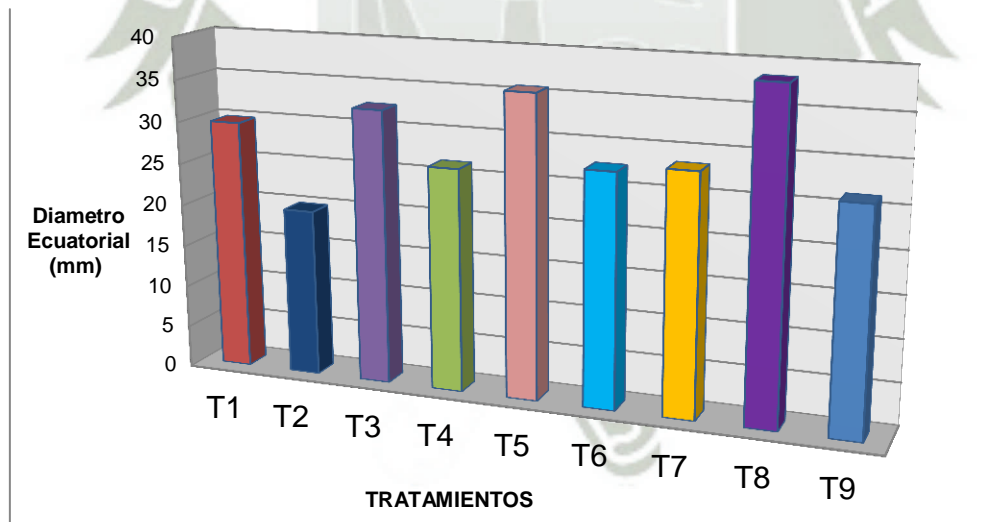
En el Gráfico 11 se muestra la representación gráfica de Diámetro ecuatorial de tuberculillos de papa.

CUADRO 08. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Diámetro ecuatorial de Tuberculillos (mm) a la cosecha. Efecto de la aplicación de micorrizas combinadas con abonos orgánicos en la producción de tuberculillos papa (*Solanum tuberosum L.*) var. Unica, bajo condiciones de invernadero. 2015

Orden	Tratamientos	Diámetro ecuatorial (mm.)	Significación $\alpha= 0.05\%$
1	T8	38.43	a
2	T5	35.69	b
3	T3	32.57	c
4	T1	29.86	d
5	T7	28.36	d
6	T6	27.58	d
7	T4	26.46	e
8	T9	26.33	e
9	T2	19.91	f

Nota: Letras iguales indican que no hay significación estadística

GRAFICO 11 Diámetro Ecuatorial de tuberculillos



4.6. GRADO DE SENESCENCIA

Los valores promedio del Grado de Senescencia de plantas para los diferentes tratamientos se muestran en el Anexo 22, donde se puede observar que el mayor Grado de Senescencia se presentan en los Tratamientos T9 (Testigo), y Tratamiento T6 (Micorrizas + Guano de Islas + Gallinaza), con Grado 9 y el menor grado lo presenta los tratamientos T1 (Micorriza), T5 (Micorriza+ Guano de Isla + Compost) y T8 (Micorriza+ Guano de Isla+ Compost+ Gallinaza).

En el Anexo 23 se muestra el Análisis de Varianza (ANVA), al 5% de probabilidades, indicando diferencias estadísticas entre los Tratamientos en estudio. El Coeficiente de variabilidad (C.V.) es de 20.90 %, que indica la confianza en los valores obtenidos en campo.

En el Cuadro 09, se indica la Prueba de Rango Múltiple de Duncan, donde se observa que estadísticamente los Tratamiento T6 (Micorrizas +Guano de Isla + Gallinaza), T9 (Testigo), T4 (Micorrizas + Gallinaza), y T7 (Micorrizas + Gallinaza + Compost), alcanzan valores de 9, 9, 7 y 7 Grados de Senescencia, estadísticamente diferente a los demás tratamientos.

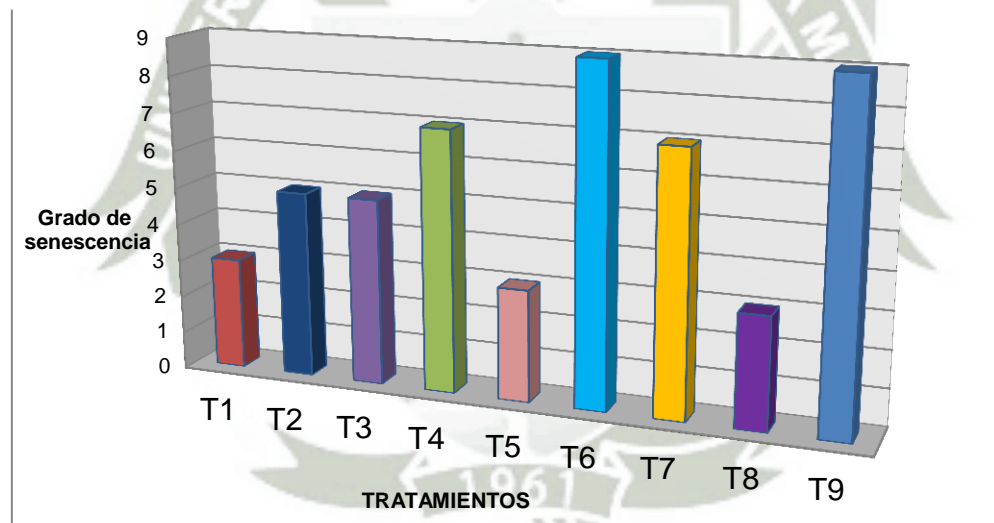
En el Gráfico 12 se muestra la representación gráfica del Grado de Senescencia de plantas de papa.

CUADRO 09. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Grado de Senescencia en Plantas a la cosecha. Efecto de la aplicación de micorrizas combinadas con abonos orgánicos en la producción de tubérculos papa (*Solanum tuberosum L.*) var. Única, bajo condiciones de invernadero. 2015

Orden	Tratamientos	Grado de Senescencia	Significación $\alpha= 0.05\%$
1	T6	9	a
2	T9	9	a
3	T4	7	a b
4	T7	7	a b
5	T2	5	b c
6	T3	5	b c
7	T1	3	c
8	T5	3	c
9	T8	3	c

Nota: Letras iguales indican que no hay significación estadística

GRAFICO 12 Grado de Senescencia de Plantas a la cosecha.



CAPITULO V

DISCUSION

5.1. ALTURA DE PLANTAS

En las evaluaciones de altura de plantas a los 45 días de la siembra (dds.), 60 dds., 75 dds. y a la cosecha, estadísticamente sobresalió el tratamiento T8 (Micorrizas +Guano de Isla + Compost + Gallinaza) sobre los demás tratamientos en estudio con 29.67 cm., 40.33 cm., 64.00 cm. y 69.00 cm., respectivamente. Se debe posiblemente a que la mezcla de las micorrizas con el guano de islas, el compost y la gallinaza, ha sido determinante en la desarrollo de las plantas.

Las micorrizas incrementan la formación de micro flora del suelo y un rápido restablecimiento del equilibrio biológico natural, permitiendo un mayor y más rápido crecimiento de las plantas, una rápida generación de una cubierta vegetal, formación de una mayor masa de raíces, un mejor enraizamiento en el sustrato, asimilación de sustancias nutritivas que de otra forma no estarían disponibles para las plantas; mayor la tolerancia del stress hídrico mediante una mayor utilización de la humedad del suelo, mayor capacidad de resistencia frente a microorganismos de suelo (hongos, bacterias y nemátodos, (Rausch, C. 2001)

Guano de Isla contiene los elementos indispensables para el crecimiento de plantas que son Nitrógeno, Fósforo y Potasio, también tiene rastros de otros elementos como Azufre, Calcio, Magnesio y oligoelementos de Zinc, Cloro, Sodio, Boro, etc. El guano además de estos elementos, contiene un cierto número de bacterias (Nitrobacter, Nitrosoglea Nitricystis) benéficas nitrificantes nutritivas y hongos que ayudan a la planta en su proceso de síntesis de nitrógeno y absorción de fósforo y potasio, además de protozoos. (Jaramillo, et al. 2006 & Paul & Clark, 1989)

El compost, según Clades citado por Paz (1998), mejora la estructura del suelo al favorecer la estabilización de los agregados modificando el espacio poroso del suelo, lo cual favorece el movimiento del agua y del aire, así como también la penetración de las

raíces, incrementa la retención de humedad del suelo a casi el doble, contribuyendo de esta manera a que las plantas toleren y resistan mejor las sequías, incrementa la capacidad de retención de nutrientes en el suelo; además libera progresivamente el nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio, boro, fierro y otros elementos que son necesarios para el crecimiento de las plantas, incrementa y favorece el desarrollo y la actividad de los organismos del suelo, los cuales participan en una serie de procesos que le dan salud y favorecen el crecimiento adecuado de las plantas; la gallinaza contiene un importante nivel de nitrógeno el cual es imprescindible para que tanto animales y plantas asimilen otros nutrientes y formen proteínas y se absorba la energía en la célula; el carbono también se encuentra en una cantidad considerable el cual es vital para el aprovechamiento del oxígeno y en general los procesos vitales de las células; otros elementos químicos importantes que se encuentran en la gallinaza son el fósforo y el potasio.

El fósforo es vital para el metabolismo, y el potasio participa en el equilibrio y absorción del agua y la función osmótica de la célula, (Moriya, 2011).

Al respecto Aguilar, et al (2010), en el estudio que realizaron sobre el desarrollo y producción de esquejes de tallo juvenil, señalan que la altura a los 60 días, los valores más altos alcanzaron con la parte media inferior con 40.5 cm., parte media superior con 40.2 cm. y la parte basal con 35.8 cm., no habiendo significación entre ellos, pero si con el obtenido de la parte apical con 29.4 cm.

5.2. NUMERO DE TALLOS/PLANTA

De acuerdo a la Prueba de Rango Múltiple de Duncan, no hay diferencias significativas entre los Tratamientos T8 (Micorrizas +Guano de Isla + Compost + Gallinaza), T3 (Micorrizas + Compost) y T5 (Micorrizas +Guano de Isla + Compost) con 3.00, 2.67 y 2.33 tallos promedio por planta, pero diferente a los demás Tratamientos en estudio. Se observa que la presencia de la materia orgánica como es el caso del Guano de isla, compost y gallinaza, ha estimulado para que los brotes aumenten el número de tallos/planta, menciona Dalzell (1991)

Estrada (1996), la materia orgánica está formada por sustancias húmicas, animales y plantas muertas. Siempre contiene carbono, oxígeno e hidrógeno y además varios elementos inorgánicos como nitrógeno, fósforo y potasio. Keehl (1985), dice que la materia orgánica actúa directamente en la biología del suelo, constituyendo una fuente de energía y de nutrientes para los microorganismos que participan en su ciclo biológico manteniendo al suelo en un constante dinamismo, ejerciendo un papel importante en la fertilidad y productividad de los suelos.

Gros (1981), sostiene que la materia orgánica es fuente de reserva de nutrientes para las plantas.

5.3. NUMERO DE TUBERCULILLOS/PLANTA

En el número de tuberculillos/planta, estadísticamente ha sobresalido el Tratamiento T8 (Micorrizas +Guano de Isla + Compost + Gallinaza), con 21.33 tuberculillos, diferente a los demás tratamientos en estudio. La micorriza junto a los abonos orgánicos (Guano de isla, Compost y Gallinaza) han estimulado la formación de mayor número de estolones, los cuales por la acción de la descomposición de los abonos orgánicos más la acción de las micorrizas influye a un desarrollo y llenado de los estolones.

Chuquiruna. 1989; citado por Oré, 1995, indica que una forma de mejorar la fertilidad del suelo es aplicando abonos orgánicos, debido a que éstos aparte de intervenir en la formación de la estructura del suelo, son fuentes de nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas el incremento de los cuales ayudan en la descomposición en elementos fácilmente asimilados por las mismas, en contraste con los fertilizantes químicos que solo tienen algunos nutrientes y su efecto físico es nulo.

Gamarra, 1990, citado por Oré, 1995; dice que las enmiendas orgánicas, aportan materia orgánica al suelo, encontró además que el compost y la gallinaza son las mejores enmiendas que incrementan la flora bacteriana del suelo. Aguilar et al. (2010), indican que el número de tubérculos/maceta, es de 4.9, 4.0, 3.7 y 3.9, para la parte apical, parte media superior, parte media inferior y parte basal, respectivamente, en esquejes de tallo juvenil no habiendo diferencias significativas en los dos primeros valores.

5.4. DIAMETRO POLAR DE TUBERCULILLOS EN PAPA

Estadísticamente destaca el Tratamiento T8 (Micorrizas +Guano de Isla + Compost + Gallinaza) con 49.26 mm. Se observa que sobre el diámetro polar de los tuberculillos, ha influido la materia orgánica la que ha potenciado la acción de las micorrizas. (Rivera, R, et. Al. 2003)

5.5. DIAMETRO ECUATORIAL DE TUBERCULILLOS EN PAPA

Al igual que el diámetro polar, el mayor diámetro ecuatorial en tuberculillos de papa fue en el tratamiento T8 (Micorrizas +Guano de Isla + Compost + Gallinaza), con 38.43 mm., diferente estadísticamente a los demás tratamientos estudiados. Aquí también puede observarse que las micorrizas en combinación con los abonos orgánicos Guano de Isla, Compost y Gallinaza, influyeron significativamente en lograr los mayores valores.

Rivera, R, et. Al. 2003. Determino un experimento en papa, que la interacción de la Micorriza con los Abonos Orgánicos se intensifica, trayendo como consecuencia una mejor descomposición de los Abonos Orgánicos y el aumento de las colonias de las Micorrizas; produce el aumento de número y longitud de las raíces secundarias y adventicias, lo cual favorece una mayor absorción de agua y nutrientes al mismo tiempo permiten un mejor desarrollo de masa foliar, un buen desarrollo de tallos, hojas y una mayor capacidad de fotosíntesis, que al inicio de la floración va haber una mayor cantidad de carbohidratos y almidón los cuales serán traslocados hacia los estolones, lo que permite un buen número de tubérculos y desarrollo de los mismos.

5.6. GRADO DE SENESCENCIA DE LAS PLANTAS

De acuerdo a la Escala propuesta por el Centro Internacional de la Papa, (CIP 2002), estadísticamente menor grado de senescencia en plantas de papa a la cosecha se han obtenido con los tratamientos T8 (Micorriza+ Guano de Isla+ Compost+ Gallinaza), T5 (Micorriza+ Guano de Isla+ Compost) y T1 (Micorriza) lo que indica que para el caso de estos tratamientos especialmente el T8 la combinación de los abonos orgánicos hubieran

alcanzado un mayor desarrollo, lo cual no se ha observado en los resultados de las otras variables que se han evaluado.

En cambio las plantas con grado 9, las plantas estaban totalmente muertas (secas), las demás plantas con grado 7 y 5 presentaron (clorosis con las nervaduras y los bordes de color amarillento lo que indica que estaban en un fase final de maduración).



CAPITULO VI

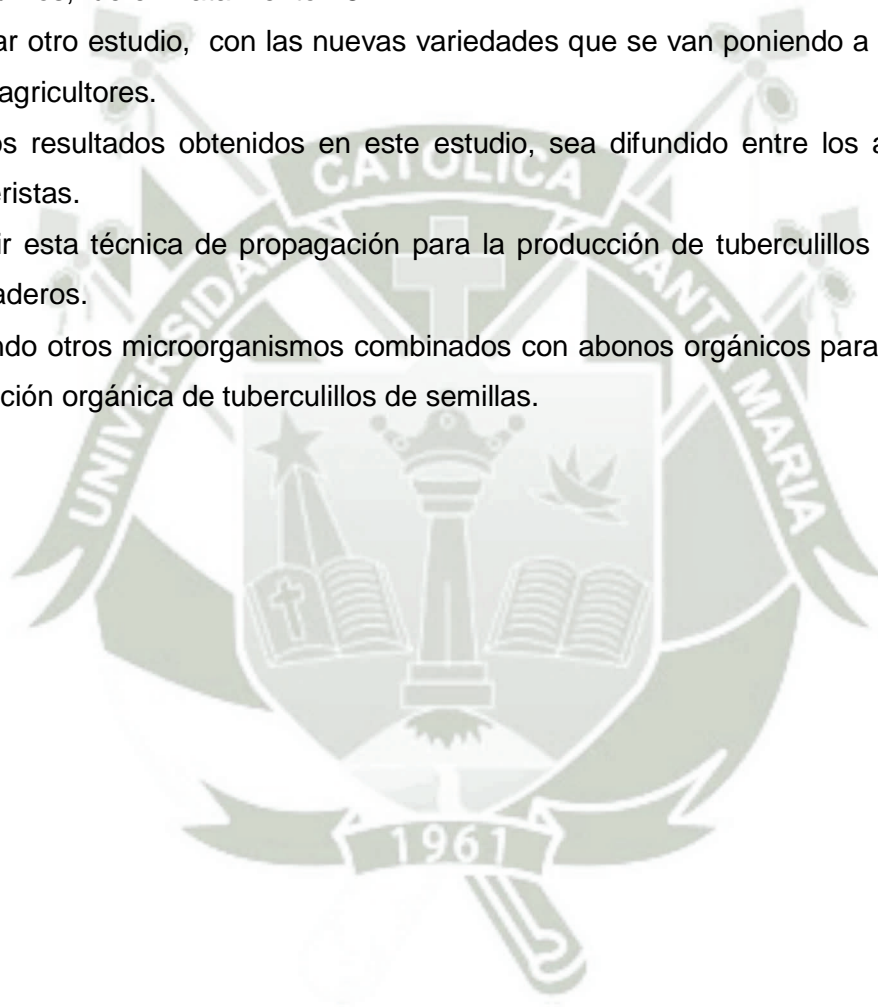
CONCLUSIONES

1. A los 45, 60, 75 y 90 (cosecha) días después de la siembra estadísticamente sobresalió el Tratamiento T8 (Micorrizas +Guano de Isla + Compost + Gallinaza) con valores de 29.67 cm., 40.33 cm., 64.00 cm. y 69.00 cm. de altura de planta, respectivamente, diferente a los demás tratamientos estudiados.
2. En número de tallos/planta, destacaron los Tratamientos T8 (Micorrizas +Guano de Isla + Compost + Gallinaza) T1 (Micorrizas) y T5 (Micorrizas +Guano de Isla + Compost), con 3.00, 2.67 y 2.33, unidades, no habiendo significación entre ellos, pero superior estadísticamente a los tratamiento en estudio.
3. Significativamente el mayor valor de diámetro polar y ecuatorial en los tuberculillos comprendió el Tratamiento T8 (Micorrizas +Guano de Isla + Compost + Gallinaza), superior a los demás tratamientos probados con 49.26 y 38.43.
4. En cuanto al número de tuberculillos por planta, el más alto valor se obtuvo en el Tratamiento T8 (Micorrizas +Guano de Isla + Compost + Gallinaza) con 21.33 unidades, estadísticamente superior a los demás tratamientos estudiados.

CAPITULO VII

RECOMENDACIONES

- 1) Bajo condiciones de invernadero el experimento se recomienda la propagación de tuberculillos, fue el Tratamiento T8.
- 2) Realizar otro estudio, con las nuevas variedades que se van poniendo a disposición de los agricultores.
- 3) Que los resultados obtenidos en este estudio, sea difundido entre los agricultores semilleristas.
- 4) Difundir esta técnica de propagación para la producción de tuberculillos sencilla en invernaderos.
- 5) Probando otros microorganismos combinados con abonos orgánicos para lograr una producción orgánica de tuberculillos de semillas.



CAPITULO VIII

BIBLIOGRAFIA

- 1) **AGUILAR, J., MOLINA J., VITTORELLI, CESAR, 2010.** Desarrollo y producción de esquejes de tallo juvenil en papa obtenido en diferentes partes de la misma planta. Programa Nacional de la papa. Lima.
- 2) **AGRORURAL, 2010.** Guano de islas: mejorando tu suelo, mejoras tu cosecha. (en línea). consultado 07 de octubre 2011. disponible en [http:// www. siea. minagob.pe/siea/ sites/default/files/ separata](http://www.siea.minagob.pe/siea/sites/default/files/separata).
- 3) **ALARCON A. Y R. FERRERA- CERRATO. 2000.** Ecología fisiología y biotecnología de las micorrizas arbusculares. Editorial Mundi- prensa S.A. México D.F.
- 4) **AZCON – AGUILAR, 1998.** Avances recientes en el estudio de las micorrizas va. factores que afectan su formación y función. anuales de edafología y agrobiología.
- 5) **BLANCO, F. y SALAS, E., 1997.** Micorrizas en la agricultura. Agronomía costarricense.
- 6) **BONFANTE, P. 2001.** At the interface Between Mycorrhizal Fungi and plants: The Structural Organization of cel wall, Plasma membrana and Cytoskeleton. The Mycota IX, Fungal Associations Hock (Ed.) Springer- Verlag Berlin Heidelberg, PP: 45-61.
- 7) **CABRERA, M. y ESCOBAL, F. 1993.** Cultivo de la papa en la Región Cajamarca, INIA.Dirección Regional de investigación Agraria. Perú.
- 8) **CARLING & BRIWN. 1982.** op. cit. p. 1106

- 9) **CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA (CIP). 1997.** Producción de tubérculo-semilla de papa. manual de capacitación CIP., Perú.
- 10) **CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA (CIP). 2008.** Producción de tubérculo-semilla de papa libre de enfermedades. CIP., Perú.
- 11) **CLADES, 1998.** Manual de producción orgánica. Universidad Católica de Chile. Chile,
- 12) **CORTES, S. y NUÑEZ, E. 2010.** Evaluación de dos tipos de esquejes en la producción de silla pre básica de papa criolla (*Solanum phureja* juz et. Buk, variedad -yema de huevöll. Universidad Nacional de Colombia.
- 13) **CHÁVEZ, J. 1993.** Mejoramiento de plantas. Primera Edición. Trillas. México.
- 14) **CHAVEZ, R; WIJNTJE.; R. BERRIOS; M. UPADHAYA; P. ZÚÑIGA; S. COLQUE; R. CABELLO; J. ESPINOZA; G. CUEVA; H. MENDOZA; W. AMOROS; G. BOLLO; PSILESI; K. MONASTERIO; M. HUACOLLO. 1997.** Nuevas hipótesis y avances de selección en el mejoramiento genético de papa y camote para adaptación a suelos áridos y salinos. en: revista ciencia y desarrollo. Tacna.
- 15) **CHÁVEZ, R. 2002.** Por los caminos evolutivos de la papa silvestre y cultivada. Tacna.
- 16) **CHÁVEZ, J. 1990.** Mejoramiento de plantas. Primera edición. Trillas. México.
- 17) **CHEN, B. PETER CHRISTIE & XIAOLIN LI. 2001.** A modified glass bead compartment cultivation genes for studies on nutrient and trace metal uptake by arbuscular mycorrhizal. chamosphere
- 18) **CHRISTIANSEN, J. 1967.** El cultivo de la papa en el Perú. Ed. Artes Gráficas de Editorial Jurídica S.A. Lima, Perú.

- 19) **CONTRERAS, A. 2002.** Ecofisiología del rendimiento de la planta de papa. Facultad de Ciencias Agraria de la Universidad Austral de Chile.
- 20) **CORTBAQUI, R. 1993.** Siembra de papa. Boletín de información técnica Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú.
- 21) **DALZELL, H.W. 1991.** Manejo del suelo: producción y uso del compost en ambientes tropicales y subtropicales. ONU-FAO-Roma.
- 22) **DOMÍNGUEZ, V.A. 1989.** Tratado de fertilización. Ediciones. Mundi Prensa 2da edición revisada y ampliada. Madrid - España.
- 23) **EGÚSQUIZA, R. 1991.** Taxonomía y botánica de la papa cultivada. Curso Nacional sobre producción de papa. Cuzco - Perú.
- 24) **EGUISQUIZA, R. 1993.** Taxonomia y Botánica de la papa cultivada. Curso nacional sobre Producción de Papa. Cuzco- Perú.
- 25) **EGÚZQUIZA, B. 2000.** La papa: Producción, transformación y comercialización.
- 26) **ESTRADA y PAREJA, 2005.** Manejo y procesamiento de la gallinaza. (en línea). consultado 21 de septiembre 2011. disponible en <http://www.lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/revista/vol2n1/gallinaza.pdf>
- 27) **ESTRADAS A. J. 1996.** Nutrición mineral y fertilización en la producción agroecológica. Curso de actualización. Arequipa - Perú.
- 28) **FITTER, A. J. D; GRAVES, N. K.; WATKINS, D.; ROBINSON & C. SCRIMGEOUR. 1998.** Carbon Transfer between Plants and its Control in Netwosrks of Arbuscular Mycorrhiza. *Unc. Ecol.* 12: 406- 412.
- 29) **FORERO, 1999.** OP CIT. P. 12.
- 30) **GIOVANNETTI, M. ET AL. 2002,** Arbuscular Mycorrhizal Fangal Myccelium: From Gerlings to Hyphal Networks. *Mycorrhizal Technoly in Agricultura* 23: 49-58.

- 31) **GOMERO L. Y VELÁSQUEZ H. 1999.** Manejo ecológico los suelos, Conceptos, experiencias y técnicas. Edit. Raa. Lima – Perú.
- 32) **GROS, A. 1981.** Abonos. Guía práctica de la fertilización. 7ma edic. revisada y ampliada. Ediciones Mundi prensa Madrid - España.
- 33) **GUERRERO, J. 1993.** Abonos orgánicos, tecnología para el manejo ecológico de los suelos. Raa. Lima - Perú.
- 34) **GUTIERREZ, R., ESPINOZA, J., y BONIERBALE, M., 2007.** UNICA: variedad Peruana para mercado fresco y papa frita con tolerancia y resistencia para condiciones climáticas adversas. Revista Latinoamericana de la Papa. Lima
- 35) **HAYMAN, D. S.; JONSON, A. M.; RUDDLESDIN, J. 1975.** The influence of phosphate and crop species on dogone spores and vesicular- arbuscular mycorrhiza ander field conditions, plant and soil.
- 36) **HARRISON, M., GARY R.DEWBRE. 2002.** Phosphate Tranporter from Medicago trucatula Envolved in the Adquisition of Phosphate Released by ArbuscularMycorrhizal Fungi. Plant Cell 14: 2413- 2429.
- 37) **HIDALGO, V. 1996.** Nutrición y alimentación de vacunos de engorde. Copias zootecnia. UNALM. Lima – Perú.
- 38) **IRIZAR, M. et al. 2008.** Efecto de dosis de inoculante micorrizico (G. intraradices) y sustratos en el desarrollo de plántulas de tomate de cascara (Physalisixocarpa Brot.) var. Diamante. *Circe mex. 2.*
- 39) **JARA, C. 1997.** Curso de tuberosas y raíces. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa. Perú.
- 40) **JARAMILLO, J.; HERANDO, A. & TERESITA RENGIFO. 2006.** Manual técnico: buenas prácticas agrícolas en la producción de tomate bajo condiciones protegidas. FAO Colombia.

- 41) **JOHANSEN, A., I. JACOBSEN & E. S. JENSEN. 1992.** Hyphal transport of n-labelled nitrogen by a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus and its effect on depletion of inorganic soil.
- 42) **KEEHL, J.E. 1985.** Fertilizantes orgánicos. editora agronómica "Ceres" Ltda.
- 43) **LAGOS, S. 2010.** Evaluación de cuatro cepas de micorrizas arbusculares en plantas de tomate en vivero. Zamorano. Honduras.
- 44) **MAROTTO, J. 1993.** Horticultura herbácea especial. Segunda edición, Editorial Mundi – Prensa. Madrid. España.
- 45) **MEDINA, A. 1998.** Fisiología del cultivo de papa. Curso de producción de papa en la Irrigación de Majes. Arequipa – Perú
- 46) **MILLER, M. H.; MCGONIGLE, T. P Y ADDY, H.D. 1995.** Functional ecology of vascular arbuscular mycorrhizas as influenced by phosphate fertilization and tillage in an agricultural ecosystem Crit. Rev. Biotech. 15: 241- 255 p.
- 47) **MINISTERIO DE AGRICULTURA. 2010.** Efecto comparativo de la aplicación de un Testigo (T), sin recibir guano ni estiércol, 560 Kg. de Guano de las islas (G), 5000 Kg. de estiércol (E) y Guano + Estiércol (GE) combinado en el cultivo de papa. Perú. División de Operaciones, Subdirección de Insumos y abonos. Lima.
- 48) **MOREIRA, M. S. Y SIQUEIRA, J. O. 2002.** Microbiología e bioquímica solo. Universidad Federal de Lavras.
- 49) **MORENO, R. 2000.** Guano de islas, recurso natural renovable. Raa. Lima, Perú.
- 50) **MORIYA, KEN. 2011.** Gallinaza como fertilizante. (en línea). consultado 20 de septiembre 2011. disponible en <http://www.archivo.abc.com.py/suplementos/rural/articulos>.
- 51) **MORTON, J Y G. BENNY. 1990.** Revised classification of arbuscular mycorrhizal fungi (zygomycetes). mycotaxon 37: 471-491.

- 52) **NEWMAN, E. I; DEVOY, CL; EASEN, N. J, AND FORWLES, K. J. 1994.** Plant species that can be linked by VA mycorrhizal fungi. *New Phytol.* 126: 691—693 p.
- 53) **NUÑEZ, RAMON LIRIANO, JORGE ALVAREZ. 2013.** Resultados de la aplicación de biofertilizantes a base de *Azospirillum* y micorrizas en asociaciones de cultivos hortícola en condiciones de semi protegido.
- 54) **OLSSON, P., INGRID M. VAN AARLE, WILLIAM J. ALLAWAY ANNE, E. ASHFORD & HERVE ROUHIER. 2002.** Phosphorus Effects on Metabolic Processes in monoxenic Arbuscular Mycorrhizal Cultures. *Plant physiol* 130: 1162 – 1171.
- 55) **ORÉ, C.R. 1995.** Efectos de la reacción del suelo en la mineralización del nitrógeno, de tres abonos orgánicos y absorción de nitrógeno en plántulas de sorgo (*Sorghum vulgare* L.). Tesis de Ing. Agrónomo, UNALM. Lima.
- 56) **PARDAVÉ, C. 2004.** Cultivo y comercialización de papa. Lima, Perú.
- 57) **PARSONS, D. 1988.** Manual para educación agropecuaria. Edición Trillas. México.
- 58) **PAUL, E. Y F. CLARK. 1989.** Soil microbiology and biochemistry. Edit. Academia Press inc.
- 59) **PAZ GALLEGOS, E. 1998.** El compost en la tecnología para el manejo ecológico del suelo en la asociación maíz – haba y monocultivo. Tesis Ing. Agr. Arequipa, UNSA.
- 60) **PROABONOS. 2009.** Guano de islas. Boletín Informativo. Agrorural. Lima, Perú.
- 61) **RAMOS, J. 1996.** Producción de cuatro cultivares de Papa (*Solanum tuberosum* L.) con diferentes pesos de tubérculos (semilla) en zonas áridas. Tesis de grado Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa.- Perú.
- 62) **RASMUSSEN, N. ET AL. 2000.** NMR for Study of P Metabolism and Translocation in arbuscular mycorrhizal Fungi. *Plant Soil* 226: 245- 253.

- 63) **RAUSCH, C. 2001.** A phosphate transporter expressed in arbuscular containing cells in potato. nature 414.
- 64) **REID, C. 1990.** Micorrihiyzas in the Rhizosphere. Edited by lynch. J. M. England Pp: 281 – 310.
- 65) **RETA, M. S.F. COMPOST. (EN LÍNEA).** CONSULTADO 23 DE SEPTIEMBRE 2011. Disponible en <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/compost.htm>
- 66) **Rivera, R; Fernández, F; Hernández, A.; Martin, J. R. 2003.** El manejo eficiente de la simbiosis micorrízica, una vía hacia la agricultura sostenible Estudio de caso: El Caribe. Ediciones INCA, Cuba.
- 67) **ROJAS, K. 2007.** Evaluación de micorrizas arbusculares en interacción con abonos orgánicos como coadyuvante del crecimiento en la producción hortícola del valle alto de Cochabamba. Bolivia.
- 68) **SANCHEZ, P. Y E. SIEVERDING. 1997.** Efecto de glomus moseae en varios cultivos comerciales del valle del Cauca. ecosistemas y medioambiente 29:
- 69) **SÁNCHEZ, N. 2003.** Cultivo y comercialización de la papa. Ed. Ripalme. Lima, Perú. SMITH, S. E, B. J. ST JOHN, F. A.
- 70) **SMITH Y J. L. BROMLEY. 1986.** Effect of mycorrhizal infection on plant growth, nitrogen and phosphorus nutrition in glass house – grow Allium cepa L. New phytol. 103: 359- 373.
- 71) **SMITH, S. Y D. READ. 1997.** Physiology and ecology of orchid mycorrhizal fungi with reference to seedling nutrition. New phytol 65.
- 72) **VÁSQUEZ, V. 1998.** Mejoramiento genético de la papa. Primera Edición. Amaru Editores. Lima. Perú.

- 73) **VILCA, L. 2004.** Evaluación de la capacidad inefectiva de *glomus* sp. en el cultivo de paprika bajo condiciones de invernadero. Tesis Universidad Jorge Basadre Grobman. Tacna.
- 74) **WALKER, C. 1992.** Sestematics and Taxonomy of the Arbuscular endomicorrhizal Fungi Glomales a Posible Way Forward. Plant Cell Rports 23: 779- 785.
- 75) **WEIERSBYE, I. ET AL. 1999.** Micri- Pixe Maing of Epitherts in the Glomales and Arbuscular Mycorrhizal Roots of the Grass Cydon dactylon, from Gols
- 76) **WILCOX, E. 1991.** Mycorrhizal in the Plant Roots. Edited by Waisel y Eshel A. New York- USA. Pp: 234- 238.





ANEXOS

ANEXOS

ANEXO 01. Registro Meteorológico de la Estación La Pampilla SENAMHI. 2015

Parámetro	E	F	M	A	M	J	J	A
Temp. Máx. °C	22.1	22.9	22.3	23.5	22.7	23.5	23.8	22.9
Temp. Min °C	10.7	9.1	9.5	9.4	6.4	6.4	7.1	7.6
Temp. Prom. °C	16.1	16.1	16.0	16.6	14.8	14.8	14.8	15.1
Precip.mm	33.3	0.0	2.0	0.0	0	0	0	0
H.R. % Hr sol	61	51	60	56	50	44	44	47
Evaporación mm	7.0	7.7	6.7	8.1	8.8	8.6	8.5	8.8
	2.4	3.3	1.1	1.8	1.7	1.9	5.0	4.7

ANEXO 02. Análisis de agua de riego del "Fundo Dolores"

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y CLASIFICACIÓN DE AGUA DE REGADÍO ZONA REGULADA DEL RÍO CHILI: ÉPOCA DE "AVENIDAS".

N° MUESTRA	L U G A R	pH	C.E. mmho/cm	DUREZA ppm	mg/lit CATIONES				mg/lit ANIONES				SOLIDOS DISUELTOS TOTALES mg/lit	DUREZA TOTAL mg/lit de	R A S	CLASIFI CACION
					Ca++	Mg++	Na+	K+	SO ₄ ²⁻	Cl-	HCO ₃	CO ₃ ²⁻				
M1	CANAL MIRAFLORES	6.00	0.15	0.00	0.623	0.623	0.164	0.090	0.458	0.450	0.590	0.000	300.00	62.00	0.208	C1S1
M2	CANAL ZANACOLA	7.20	0.18	0.00	1.246	0.415	0.029	0.110	0.441	0.500	0.574	0.000	200.00	83.00	0.032	C1S1
M3	CANAL BAJO RURAL	6.00	0.19	0.387	1.246	0.415	0.119	0.120	0.488	0.550	0.607	0.000	100.00	83.00	0.051	C1S1

ANEXO 03. Análisis físico-químico del Compost

RESULTADOS FISICOQUÍMICOS

DETERMINACIÓN	SUELO MUESTRA COMPOST	UNIDADES
pH	7.71	Unidades de pH
Conductividad	14.89	mmhos/cm
Carbonato de Calcio	4.56	%
Materia Orgánica	19.67	%
CIC : Capacidad de intercambio cationico	21.2	meq/100g
Textura (Arena)	78.0	%
Textura (Limo)	8.2	%
Textura (Arcilla)	13.8	%
Potasio Disponible	45600	ppm
Nitrógeno	0.95	%
Fósforo Disponible	559.39	ppm
Potasio	7.60	meq/100g
Calcio	9.15	meq/100g
Magnesio	1.84	meq/100g
Sodio	2.61	meq/100g

ABREVIATURAS:

- mmhos/cm : Milimhos por centímetro
- % : Expresado en porcentaje
- meq/100g : Millequivalentes por 100 gramos de muestra
- ppm : Partes por millón

ANEXO 04. Análisis físico-químico del Guano de Isla

RESULTADOS FISICOQUÍMICOS

DETERMINACIÓN	SUELO MUESTRA DE SUELO	UNIDADES
pH	7.42	Unidades de pH
Conductividad	2.91	mmhos/cm
Carbonato de Calcio	0.0	%
Materia Orgánica	0.61	%
CIC : Capacidad de intercambio cationico	10.5	meq/100g
Textura (Arena)	70.0	%
Textura (Limo)	20.2	%
Textura (Arcilla)	9.8	%
Potasio Disponible	540	ppm
Nitrógeno	0.025	%
Fósforo Disponible	105.86	ppm
Potasio	1.34	meq/100g
Calcio	7.36	meq/100g
Magnesio	1.45	meq/100g
Sodio	0.35	meq/100g

ABREVIATURAS:

- mmhos/cm : Milimhos por centímetro
- % : Expresado en porcentaje
- meq/100g : Millequivalentes por 100 gramos de muestra
- ppm : Partes por millón

ANEXO 05. Análisis físico-químico de la Gallinaza

RESULTADOS FISICOQUÍMICOS

DETERMINACIÓN	SUELO MUESTRA GALLINAZA	UNIDADES
pH	8.46	Unidades de pH
Conductividad	12.32	mmhos/cm
Carbonato de Calcio	6.32	%
Materia Orgánica	15.18	%
CIC : Capacidad de intercambio cationico	23.6	meq/100g
Textura (Arena)	60.0	%
Textura (Limo)	24.2	%
Textura (Arcilla)	15.8	%
Potasio Disponible	46800	ppm
Nitrógeno	0.70	%
Fósforo Disponible	1209.9	ppm
Potasio	8.97	meq/100g
Calcio	9.30	meq/100g
Magnesio	1.85	meq/100g
Sodio	3.48	meq/100g

ABREVIATURAS:

- mmhos/cm : Milimhos por centímetro
- % : Expresado en porcentaje
- meq/100g : Miliequivalentes por 100 gramos de muestra
- ppm : Partes por millón

ANEXO 06. Altura de plantas (cm.) de tuberculillos de papa a 45 dds. Efecto de la aplicación de micorrizas combinadas con abonos orgánicos en la producción de tuberculillos papa (*Solanum tuberosum L.*) var. Única, bajo condiciones de invernadero. 2015

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	PROMEDIO
	I	II	III		
T1	29	27	28	84	28.00
T2	26	25	27	78	26.00
T3	25	26	24	75	25.00
T4	25	25	26	74	24.67
T5	27	28	27	82	27.33
T6	23	24	25	72	24.00
T7	26	26	25	77	25.67
T8	30	28	31	89	29.67
T9	23	22	24	69	23.00

ANEXO 07. Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plantas (cm.) a 45 dds. Efecto de la aplicación de micorrizas combinadas con abonos orgánicos en la producción de tuberculillos papa (*Solanum tuberosum L.*) var. Única, bajo condiciones de invernadero. 2015

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft $\alpha=0.05\%$
Tratamientos	8	105.1855	13.1482	12.35 *	2.59
Bloques	2	3.6289	1.8144	1.70 ns.	3.63
Error	16	17.0371	1.0648		
Total	26	125.8516			

C.V. = 3.98 %

ANEXO 08. Altura de plantas (cm.) a 60 dds. Efecto de la aplicación de micorrizas combinadas con abonos orgánicos en la producción de tuberculillos de papa (*Solanum tuberosum L.*) var. Única, bajo condiciones de invernadero. 2015

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	PROMEDIO
	I	II	III		
T1	38	37	38	113	37.67
T2	35	34	33	102	34.00
T3	33	32	34	99	33.00
T4	30	29	32	91	30.33
T5	36	37	38	111	37.00
T6	28	26	28	82	27.33
T7	29	31	29	89	29.67
T8	39	40	42	121	40.33
T9	27	26	29	82	27.33

ANEXO 09. Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plantas (cm.) a 60 dds. Efecto de la aplicación de micorrizas combinadas con abonos orgánicos en la producción de tuberculillos de papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Única, bajo condiciones de invernadero. 2015

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft $\alpha= 0.05\%$
Tratamientos	8	524.9668	65.6209	55.82 *	2.59
Bloques	2	7.1855	3.5928	3.06 ns.	3.63
Error	16	18.8105	1.1757		
Total	26	550.9629			

C.V. = 3.29 %

ANEXO 10. Altura de plantas (cm.) a 75 dds. Efecto de la aplicación de micorrizas combinadas con abonos orgánicos en la producción de tuberculillos papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Única, bajo condiciones de invernadero. 2015

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	PROMEDIO
	I	II	III		
T1	60	61	59	180	60.00
T2	57	56	58	171	57.00
T3	56	55	57	168	56.00
T4	56	54	53	163	54.33
T5	59	58	60	177	59.00
T6	50	51	53	154	51.33
T7	54	53	52	159	53.00
T8	63	64	65	192	64.00
T9	49	50	48	147	49.00

ANEXO 11. Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plantas (cm.) a 75 dds. Efecto de la aplicación de micorrizas combinadas con abonos orgánicos en la producción de tuberculillos papa de (*Solanum tuberosum* L.) var. Única, bajo condiciones de invernadero. 2015

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft $\alpha= 0.05\%$
Tratamientos	8	501.1797	62.6475	10.83 *	2.59
Bloques	2	14.7422	7.3711	1.27 ns.	3.63
Error	16	92.5938	5.7871		
Total	26	608.5156			

C.V. = 4.26 %

ANEXO 12. Altura de plantas (cm.) a la cosecha. Efecto de la aplicación de micorrizas combinadas con abonos orgánicos en la producción de tuberculillos de papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Única, bajo condiciones de invernadero. 2015

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	PROMEDIO
	I	II	III		
T1	63	64	62	189	63.00
T2	60	59	58	177	59.00
T3	59	60	56	175	58.33
T4	59	56	57	172	57.33
T5	61	61	59	181	60.33
T6	55	52	53	160	53.33
T7	56	55	55	166	55.33
T8	69	70	68	207	69.00
T9	51	51	52	154	51.33

ANEXO 13. Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plantas (cm.) a la cosecha. Efecto de la aplicación de micorrizas combinadas con abonos orgánicos en la producción de tuberculillos papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Única, bajo condiciones de invernadero. 2015

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft $\alpha= 0.05\%$
Tratamientos	8	670.664	83.8330	72.72 *	2.59
Bloques	2	9.5547	4.7773	4.14 *	3.63
Error	16	18.4453	1.1528		
Total	26	698.6641			

C.V. = 1.83 %

ANEXO 14. Número de tallos/planta a la cosecha. Efecto de la aplicación de micorrizas combinadas con abonos orgánicos en la producción de tuberculillos papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Única, bajo condiciones de invernadero. 2015

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	PROMEDIO
	I	II	III		
T1	3	2	3	8	2.67
T2	2	2	2	6	2.00
T3	2	2	2	6	2.00
T4	1	2	2	5	1.67
T5	2	2	3	7	2.33
T6	1	1	1	3	1.00
T7	2	1	1	4	1.33
T8	3	3	3	9	3.00
T9	1	1	1	3	1.00

ANEXO 15. Análisis de Varianza (ANVA) para Número de tallos/planta a la cosecha. Efecto de la aplicación de micorrizas combinadas con abonos orgánicos en la producción de tuberculillos papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Única, bajo condiciones de invernadero. 2015

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft $\alpha= 0.05\%$
Tratamientos	8	12.0000	1.5000	9.28 *	2.59
Bloques	2	0.2222	0.1111	0.73 ns.	3.63
Error	16	2.4444	0.1528		
Total	26	14.6661			

C.V. = 20.69 %

ANEXO 16. Número de tuberculillos/planta. Efecto de la aplicación de micorrizas combinadas con abonos orgánicos en la producción de tuberculillos papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Única, bajo condiciones de invernadero. 2015

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	PROMEDIO
	I	II	III		
T1	18	19	18	55	18.33
T2	13	14	14	41	13.67
T3	11	13	12	36	12.00
T4	11	10	11	32	10.67
T5	15.	17	17.	49	16.33
T6	9	8	9	26	8.67.
T7	10	10	11	31	10.33
T8	20	23	21	64	21.33
T9	9	7	9	25	8.33

ANEXO 17. Análisis de Varianza (ANVA) para Número de tuberculillos/planta. Efecto de la aplicación de micorrizas combinadas con abonos orgánicos en la producción de tuberculillos papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Única, bajo condiciones de invernadero. 2015

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft $\alpha= 0.05\%$
Tratamientos	8	488.2959	61.0369	74.91 *	2.59
Bloques	2	2.2959	1.1479	1.41 ns.	3.63
Error	16	13.0376	0.8149		
Total	26	503.6294			

C.V. = 6.79 %

ANEXO 18. Diámetro polar (mm.) de tuberculillos a la cosecha. Efecto de la aplicación de micorrizas combinadas con abonos orgánicos en la producción de tuberculillos papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Única, bajo condiciones de invernadero. 2015

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	PROMEDIO
	I	II	III		
T1	41.50	37.00	39.48	117.98	39.33
T2	39.00	36.96	37.64	113.60	37.87
T3	41.83	37.12	36.84	115.79	38.60
T4	42.50	38.83	43.64	124.97	41.66
T5	45.50	37.62	42.14	125.26	41.75
T6	37.66	30.66	33.96	102.28	34.09
T7	45.50	36.00	39.72	121.22	40.41
T8	46.50	48.66	52.62	147.78	49.26
T9	22.00	29.66	27.96	75.62	25.21

ANEXO 19. Análisis de Varianza (ANVA) para Diámetro polar (mm.) de Tuberculillos a la cosecha. Efecto de la aplicación de micorrizas combinadas con abonos orgánicos en la producción de tuberculillos papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Única, bajo condiciones de invernadero. 2015

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft $\alpha= 0.05\%$
Tratamientos	8	907.5508	113.4438	12.75 *	2.59
Bloques	2	51.6601	25.8301	2.90 ns.	3.63
Error	16	142.2773	8.8923		
Total	26	1101.4883			

C.V. = 7.68 %

ANEXO 20. Diámetro ecuatorial (mm.) de tuberculillos a la cosecha. Efecto de la aplicación de micorrizas combinadas con abonos orgánicos en la producción de tuberculillos papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Única, bajo condiciones de invernadero. 2015

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	PROMEDIO
	I	II	III		
T1	29.83	31.23	25.83	29.59	29.86
T2	20.17	20.33	19.23	59.73	19.91
T3	32.17	31.61	33.93	97.71	32.57
T4	26.83	24.93	27.63	79.39	26.46
T5	35.00	36.13	35.93	107.06	35.69
T6	27.67	26.43	28.63	82.73	27.58
T7	28.33	27.63	29.13	85.09	28.36
T8	37.83	39.13	38.33	115.29	38.43
T9	26.33	25.93	26.73	78.99	26.33

ANEXO 21. Análisis de Varianza (ANVA) para Diámetro ecuatorial (mm.) de Tuberculillos a la cosecha. Efecto de la aplicación de micorrizas combinadas con abonos orgánicos en la producción de tuberculillos papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Única, bajo condiciones de invernadero. 2015

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft $\alpha= 0.05\%$
Tratamientos	8	731.4023	91.4253	5146 *	2.59
Bloques	2	0.2285	0.1143	0.06 ns.	3.63
Error	16	28.4277	1.7767		
Total	26	760.0586			

C.V. = 4.54 %

ANEXO 22. Grado de Senescencia en tuberculillos de papa. Efecto de la aplicación de micorrizas combinadas con abonos orgánicos en la producción de tuberculillos papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Única, bajo condiciones de invernadero. 2015

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	PROMEDIO
	I	II	III		
T1	3	3	3	9	3
T2	5	5	5	15	5
T3	5	5	5	15	5
T4	7	7	7	21	7
T5	3	3	3	9	3
T6	9	9	9	27	9
T7	7	7	7	21	7
T8	3	3	3	9	3
T9	9	9	9	27	9

ANEXO 23.

Análisis de Varianza (ANVA) para Grado de Senescencia en Tuberculillos de papa. Efecto de la aplicación de micorrizas combinadas con abonos orgánicos en la producción de tuberculillos papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Única, bajo condiciones de invernadero. 2015

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft $\alpha= 0.05\%$
Tratamientos	8	144.0000	18.0000	12.83 *	2.59
Bloques	2	1.5555	0.7778	0.55 ns.	3.63
Error	16	22.4445	1.4028		
Total	26	168.0000			

C.V. = 20.90 %

