

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**



**“EFECTO DE LA PELETIZACIÓN CON INÓCULOS PROMOTORES DE CRECIMIENTO DE SEMILLAS DE MACA (*Lepidium meyenii*) COMO ALTERNATIVA A LA INOCULACIÓN EN LÍQUIDO”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE BIÓLOGO**

**ITALO NESTOR VERGANI BOZA**

**LIMA-PERÚ**

**2018**

---

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente tesis (Art. 24 –  
Reglamento de propiedad intelectual)**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**“EFECTO DE LA PELETIZACIÓN CON INÓCULOS PROMOTORES  
DE CRECIMIENTO DE SEMILLAS DE MACA (*Lepidium meyenii*)  
COMO ALTERNATIVA A LA INOCULACIÓN EN LÍQUIDO”**

Presentada por:

**ITALO NESTOR VERGANI BOZA**

Tesis para optar el título profesional de:

**BIÓLOGO**

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

---

Dra. Gretty Villena Chávez

**PRESIDENTE**

---

Dra. Carmen Velezmoro Sánchez

**MIEMBRO**

---

Blgo. Roberto Ramos Chaupin

**MIEMBRO**

---

Dra. Doris Zúñiga Dávila

**ASESORA**

**A mis padres Stella y Nestor  
y a mis hermanos Angiolina y Enzo  
por acompañarme y ayudarme  
en este camino**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco A la Dra. Doris Zúñiga Dávila, mi patrocinadora, por su apoyo que me permitió realizar este estudio en las instalaciones del Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología, por sus recomendaciones y consejos, por su empuje y energía y sobretodo por su confianza.

Al Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y productividad por el proyecto 225-FINCYT-IA-2013: “Diseño y optimización del proceso de peletizado en semillas de maca y quinua con bioinoculantes, para mejorar la germinación y el desarrollo del cultivo” por el financiamiento otorgado para el desarrollo de esta investigación.

A mis padres por su apoyo incondicional y comprensión, por sus consejos y por darme ánimos siempre. A mis hermanos Enzo y Angiolina y sus divertidas ocurrencias que hicieron más ameno estarvesía.

A los “peletsitos” Mónica, Martín, Diego y Lily por hacer cada día de trabajo más entretenido, por sus consejos, guía, apoyo y amistad, por hacer del trabajo un ambiente más cálido.

A todos los miembros del Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología por todas sus enseñanzas, ocurrencias y momentos compartidos que me hicieron crecer como persona y profesional.

## ÍNDICE

RESUMEN.....	6
I. INTRODUCCIÓN.....	8
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	10
2.1. La maca ( <i>Lepidium meyenii</i> Walp.).....	10
2.1.1. Descripción botánica.....	11
2.1.2. Taxonomía.....	11
2.1.3. Composición.....	12
2.1.4. Actividad biológica.....	14
2.2. Bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR).....	15
2.2.1. Capacidades promotoras del crecimiento vegetal.....	16
2.3. La peletización de semillas.....	17
2.3.1. Componentes del peletizado.....	19
2.3.2. Alcance de la peletización de semillas.....	20
2.3.3. Actividad de agua (Aw) y contenido de agua en las semillas peletizada.....	23
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
3.1. Materiales.....	24
3.1.1. Material biológico.....	24
3.1.2. Medios de cultivo y equipos de laboratorio.....	24
3.2. Métodos.....	26
3.2.1. Selección de soporte y adhesivo.....	26
3.2.2. Evaluación de la promoción del crecimiento vegetal.....	27
3.2.3. Ensayo de inoculación vs peletizado.....	29
3.2.4. Análisis de datos.....	30
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	31
4.1. Selección de soporte y adhesivos.....	31
4.2. Evaluación de la promoción del crecimiento vegetal.....	35
4.2.1. Producción de ácido indol acético (AIA).....	35

4.2.2.	Solubilización de fosfatos bicálcico y tricálcico .....	36
4.2.3.	Efecto de la inoculación de las cepas en la germinación a nivel in vitro .....	38
4.3.	Inoculación líquida vs. Peletizado .....	38
4.3.1.	Evaluación a nivel in vitro .....	39
4.3.2.	Evaluación a nivel de invernadero .....	41
4.3.3.	Determinación de células viables en semillas peletizadas y sin peletizar .....	46
4.3.4.	Determinación de la actividad de agua (Aw).....	47
V.	CONCLUSIONES .....	49
VI.	RECOMENDACIONES .....	50
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
VII.	ANEXOS.....	68

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Toneladas de maca exportadas desde Enero de 2003 a Agosto de 2017.....	11
Figura 2: Estructura del benciltiocianato y glucosinolato responsable del efecto hormonal y quimioprotector respectivamente.....	14
Figura 3: Diagrama de factores que influyen en el desarrollo de semillas peletizada.....	18
Figura 4: Esquema general de una semilla peletizada con inoculante.....	18
Figura 5: Porcentaje de semillas peletizadas (%) con diferentes soportes y concentración de adhesivos.....	31
Figura 6: Actividad de agua en semillas peletizadas de maca .....	32
Figura 7: pH de semillas peletizadas de maca .....	33
Figura 8: Porcentaje de germinación de plántulas de maca incubada 5 días y peletizadas con AR a distintas concentraciones de GE y GA .....	33
Figura 9: Semillas peletizadas de maca y semillas sin peletizar (40X) .....	34
Figura 10: Izquierda, semillas de maca; derecha, semillas de maca peletizadas con AR ...	34
Figura 11: Eficiencia de solubilización (ES) de fosfato bicálcico a 13 y 22°C .....	37
Figura 12: Eficiencia de solubilización (ES) de fosfato tricálcico a 13 y 22°C.....	37
Figura 13: Porcentaje de germinación de semillas de maca a través del tiempo a nivel in vitro.....	38
Figura 14: Peso seco por planta de semillas de maca incubadas a nivel in-vitro.....	40
Figura 15: Peso seco la parte aérea/ planta de maca de 35 días de desarrollo en invernadero .....	43
Figura 16: Peso seco de raíz/planta de maca desarrollada 35 días a nivel de invernadero .	43
Figura 17: Longitud (cm) de hojas de maca a través del tiempo. Tratamientos sin peletizar (S/P), tratamiento peletizados (C/P).....	45
Figura 18: Número de hojas a través del tiempo. Tratamientos sin peletizar (S/P), tratamiento peletizados (C/P) .....	46
Figura 19: Log(ufc/g de semilla de maca) a través del tiempo.....	47
Figura 20: Actividad de agua (Aw) de semillas de maca peletizadas .....	48

## **INDICE DE TABLAS**

Tabla 1: Caracterización molecular y clasificación filogenéticas de las cepas.....	35
Tabla 2: Producción de AIA de las cepas evaluadas al día 5 .....	36
Tabla 3: Porcentaje de germinación (%) a nivel in vitro .....	39
Tabla 4: Porcentaje de emergencia a nivel invernadero durante 11 días .....	42



## INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Estadística del porcentaje de peletización.....	68
ANEXO 2: Estadística de la actividad de agua de soportes y adhesivos.....	69
ANEXO 3: Estadística para Ensayo de germinacion sin inoculante.....	69
ANEXO 4: Estadística de la evaluación de la producción de ácidoindol acéticos .....	70
ANEXO 5: Estadística para Solubilización de fosfato.....	71
ANEXO 6: Estadística de la Germinación a nivel in vitro .....	71
ANEXO 7: Estadística de Germinación a nivel de invernadero .....	76
ANEXO 8: Estadística de Peso seco a nivel in vitro.....	84
ANEXO 9: Estadística de Peso seco a nivel de invernadero .....	86
ANEXO 10: Estadística de Longitud de hoja .....	89
ANEXO 11: Estadística para número de hojas .....	95

## RESUMEN

La producción y el establecimiento de un cultivo exitoso depende de varios factores como la temperatura, condiciones climáticas, pH, humedad, patógenos, nutrientes del suelo, viabilidad de la semilla etc. Todos son factores que pueden variar en el microambiente de los suelos en donde se siembran, al peletizar las semillas se uniformizan las características del ambiente inmediato que rodea a la semilla dándole las condiciones para una óptima germinación y desarrollo. En el presente estudio se determinó entre diversos soportes y adhesivos la formulación más adecuada para peletizar semillas de maca (*Lepidium meyenii* W.), se seleccionaron las 3 mejores cepas de acuerdo a sus capacidades PGPR y se comparó el efecto de la inoculación de estas semillas con la peletización con dichos inoculantes. En los resultados se apreció que la mejor formulación fue dada por una matriz de AR adherida con una solución de GE al 10% permitiendo una peletización superior al 98% y una germinación mayor en comparación a los otros tratamientos. En el peso seco a nivel in vitro un análisis multifactorial evidenció influencias significativas por factor de Peletización como también por el factor Inoculantes ( $P= 0.000$ ,  $P=0.000$ ). A nivel de invernadero todos los tratamientos peletizados mostraron un mayor peso seco de raíz siendo el peletizado con la cepa C32 (8.58mg/planta) el que presentó el mayor promedio siendo superior al control peletizado (4.96mg/planta) en un 73.14% y al inoculado con C32 sin peletizar (6.50mg/planta) en 32.11%. Los inoculantes mostraron una mayor supervivencia a lo largo del tiempo en las semillas peletizadas que en semillas sin peletizar, e incluso los peletizados con la cepa AC7 presentaron un crecimiento durante el periodo de evaluación de hasta  $4.72 \times 10^8$  UFC/g de semilla peletizada. La actividad de agua también estuvo más conservada en semillas peletizadas que en semillas sin peletizar.

**Palabras clave:** maca, peletizado, inoculantes, PGPR, semillas

## ABSTRACT

The production and establishment of a successful crop depends on several factors such as temperature, climatic conditions, pH, moisture, pathogens, soil nutrients, seed viability, etc. All are factors that can vary in the microenvironment of the soils where they are planted, by pelletizing the seeds the characteristics of the immediate environment surrounding the seed are uniformized giving the conditions for optimal germination and development. In the present study, the most suitable formulation for pelleting maca (*Lepidium meyenii* W.) seeds was selected from various substrates and adhesives. Three of the best bacterial strains according to their PGPR capacities were selected and the inoculation effect on the seeds and pelletisation with these inoculants was compared. In the results it was observed that the best formulation was given by a matrix of clay adhered with a 10% solution of gelatin allowing a superior pelleting efficiency (98%) and a higher germination in comparison to the other treatments. In dry weight at in vitro level a multifactorial analysis evidenced significant influences by factor Pelletizing as well as by the factor Inoculants ( $P = 0.000$ ,  $P = 0.000$ ). At the greenhouse level, all pelletised treatments showed a higher root dry weight, pelleted sedes with C32 strain presented the highest average weight, being higher than the pelleted control (4.96mg / plant) in 73.14% and higher than inoculate with C32 without pelleting (6.50mg / plant) in 32.11%. The inoculants showed a higher survival bacterial population over time in pelleted seeds than in non-pelleted seeds, and even those pelleted with the AC7 strain showed growth during the evaluation period up to  $4.72 \times 10^8$  UFC/g of pelleted seed. Water activity was also more conserved in pelleted seeds than in non-pelleted sedes.

**Palabras clave:** maca, pelleting, inoculant, PGPR, seeds.

## I. INTRODUCCIÓN

Los cultivos andinos de granos, tubérculos, raíces, frutos, plantas aromáticas y medicinales, tienen un enorme potencial de transformación primaria y agroindustrial, a partir de los cuales se pueden obtener productos exclusivos y únicos (Cuentas et al, 2008).

Desde hace algunos años atrás y con el objetivo de obtener una producción más natural y sana las investigaciones han apuntado hacia la restitución de nutrientes naturales a los suelos mediante la interacción microorganismo-suelo (Díaz Álvarez., 2004).

La maca (*Lepidium meyenii*) es una planta nativa de los andes del Perú reconocida por su alta concentración de nutrientes vitales desde la época de los incas. Su producción se da en Junín y Cerro de Pasco a más de 4000 msnm (Cuentas et al, 2008). Su exportación ha ido en un constante aumento registrando el 2007 443 toneladas y el 2016 con 2856 toneladas de maca siendo los mayores compradores Hong Kong (27.51%) y Estados Unidos (23.42%) en estos últimos 5 años (SIICEX, 2016).

La peletización es una técnica de mejora que aumenta el rendimiento de los cultivos, es aclamada por jugar un papel importante en la siembra de precisión al uniformizar las condiciones externas de las semillas sobre todo si estas son pequeñas además de contribuir a la nutrición complementaria (Jerlin et al., 2008; Geetha & Krishnasamy, 2011; Suma et al, 2010). En la experiencia internacional hay diversos trabajos respecto a la formulación de los peletizados (Kloepper & Schroth, 1981), así como sus efectos en las semillas utilizadas (Jerlin et al., 2008), y también el comportamiento de microorganismos insertos dentro del mismo pelet (Moënné-Loccoz et al., 1999).

En la agricultura peruana los fertilizantes son principalmente importados debido a la baja producción nacional de este insumo. La inoculación con microorganismos para una mayor rendimiento de los cultivos tiene un alto potencial debido a las diversa capacidades bioquímicas de los mismos, permitiendo una mayor asimilación de nutrientes, fijando nitrógeno, produciendo hormonas vegetales, actuando como antagonista de patógenos, etc. El uso de biofertilizantes con microorganismo autóctonos como una alternativa natural es un

medio económicamente atractivo debido a su capacidad de reducir la dependencia de los recursos externos y aumentar la calidad y cantidad de los recursos internos (Leyva et al., 2005)

La peletización ha sido y está siendo usada de manera conjunta con el uso de biofertilizantes como mecanismo de restitución de nutrientes a los suelos para mejorar los rendimientos de los cultivos de semillas pequeñas (Koppalkar & Deshpande, 2010), así como combatir enfermedades mediante la incorporación de antagonistas (Moënné-Loccoz et al., 1999; Hu et al, 2013; Hu et al, 2011). El potencial presente en las peletizaciones es amplio debido a todos los componentes, a la diversidad de microorganismos que se pueden incorporar en los mismos y a los materiales de bajo costo de los que están hechos.

**Objetivo general:**

Obtener una semilla peletizada de maca que posea características físicas óptimas para su manipulación (mínimo 90% de las semillas peletizadas) y que permita el desarrollo normal de semillas a plántulas que al ser inoculada mantenga viable uno o varios microorganismos promotores del crecimiento (PGPR), en comparación a inoculaciones con cultivos líquidos.

**Objetivos específicos:**

- Establecer los materiales adecuados para la realización del peletizado.
- Evaluar la influencia de la peletización en la germinación de semillas de maca.
- Evaluar la supervivencia de microorganismos PGPR en semillas de maca peletizadas e inoculadas
- Evaluar la influencia de las semillas de maca peletizadas e inoculadas con bacterias PGPR a nivel in-vitro, invernadero y/o campo.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. La maca (*Lepidium meyenii* Walp.)

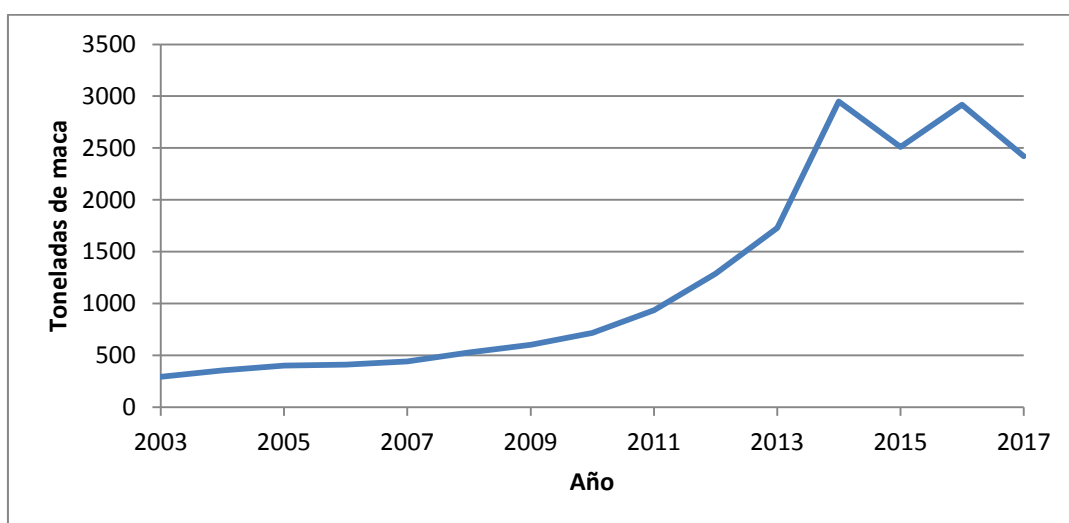
Es una planta nativa, cuyos hipocotilos poseen un alto valor nutricional, tanto como el maíz, el trigo, el arroz, y superior a la papa (Cuentas et al, 2008) y también es apreciado tradicionalmente por sus propiedades medicinales (Campos et al, 2013), en donde destacan el mejoramiento de la fertilidad en humanos y animales (Flores et al, 2003), su efecto energizante (Stone et al, 2009) y mejorador de la memoria (Cordova-Ruiz, 2011).

Se cultiva por lo menos desde hace unos 2000 años pero poco se sabe de su origen, existen hoy en día 8 o quizá más ecotipos, aunque su origen y distribución taxonómica se encuentran actualmente en discusión (Gonzales et al, 2006).

Se encuentra distribuido en Perú, Bolivia y noreste de Argentina. En los andes peruanos, principalmente se cultiva en la meseta del Bombón (departamento de Junín) entre los 3700 y 4500 msnm (Campos et al, 2013); esta zona se caracteriza por tener temperaturas promedio entre 4 °C y 7 °C, alta irradiación solar, frecuentes heladas, vientos fuertes y suelos ácidos (pH < 5) (Tello et al, 1992).

Es empleada principalmente como una planta medicinal y alimenticia; un poderoso energizante o revitalizador que mejora las condiciones físicas - mentales y que además tiene propiedades anticancerígenas debido a la producción de ciertas sustancias como los glucosinolatos (León, 1964; Tovar, 2001).

Su exportación ha ido en un constante aumento registrando el 2007 443 toneladas y el 2016 con 2856 toneladas de maca siendo los mayores compradores Estados Unidos (27.40%) y Hong Kong (19.41%) en estos últimos 5 años (SIICEX, 2017).



**Figura 1. Toneladas de maca exportadas desde Enero de 2003 a Agosto de 2017. Fuente SIICEX 2017, cuadro de elaboracion propia**

### 2.1.1. Descripción botánica

La maca se describe morfológicamente como una planta típica de la puna andina, de porte arrosetado, que presenta una corona de hojas basales que surgen por encima de un eje carnoso en el suelo. Las inflorescencias son panículas (racimos compuestos), paucifloras, 1-2 cm de largo y frecuentemente en parte cubiertas de hojas (Dostert et al., 2009). Los frutos son silículas, 4-5 mm de largo, dehiscentes, con dos cavidades cuneadas, cada una de las cuales contiene una semilla. Las semillas son aovadas, 2-2,5 mm de largo, de color rojo grisáceo. El órgano reservante es de 2-5 cm largo y es un poco difícil afirmar si es un tallo (hipocótilo) o raíz sin haber estudiado la ontogenia de la planta; aunque es muy probable que la región de transición entre el tallo y la raíz asumiera la mayor parte de engrosamiento del órgano de reserva (Marín, 2003).

### 2.1.2. Taxonomía

Desde el punto de vista taxonómico, fue determinada como *Lepidium meyenii* Walpers en 1843 por Gerard Walpers (Obregón, 1998). Aunque en 1960 fue depositado un holotipo en el mismo herbario como de *Lepidium* sp. bajo el nombre común “maca” por Gloria Chacón (Meissner et al, 2015) pero recién en 1990, en una revisión botánica de los ejemplares de maca cultivadas en los Andes Centrales, la describió como una especie nueva, *Lepidium*

*peruvianum* Chacón, diferenciándola de la variedad silvestre registrada por Walpers (Chacón, 1990).

Ambos nombres científicos son usados como sinónimos aunque una reciente investigación entre holotipos silvestres recolectados en Puno en la zona indicada por Gerard Walpers y los holotipos cultivados mostraron diferencias en apariencia visual, perfiles fitoquímicos y secuencias de ADN por lo que ambos nombres ya no podrían ser usados como sinónimos (Meissner et al, 2015). Aún hace falta un análisis sistemático crítico y el nombre *L. peruvianum* es aún poco reconocido (Dostert et al, 2009) por lo que por el principio de prioridad del Código Internacional de Nomenclatura Botánica debería denominarse sólo con el nombre de *L. meyenii*.

Se han reportado al menos siete especies silvestres del género *Lepidium* en el Perú (Brako & Zarucchi, 1993), siendo *L. meyenii* la única especie con órgano reservante por lo que su identificación no llevaría a confusión a excepción si es que se reconociese a *L. peruvianum*.

Ubicación taxonómica de la maca (Aliaga, 2004)

División: Magonoliophyta

Clase: Magnoliopsida o Dicotiledonea

Sub clase: Dilleniidae

Orden: Capparales

Familia: Brassicaceae o Cruciferae

Tribu: Lepidieae

Especie: *Lepidium* sp.

### **2.1.3. Composición**

La maca contiene abundante proteína, ácidos grasos insaturados y minerales. Los hipocotilos deshidratados contienen de 8.87–11.6% proteína (con 18 o 19 aminoácidos de los cuales 7 son esenciales) 1.09–2.2% lípidos, 54.6–60.0% carbohidratos, 8.23–9.08% fibra, 4.9–5.0% de ceniza (Yu & Jin, 2004; Valentova et al., 2006).



### **A. Macamidas y macaenos**

Son metabolitos secundarios que no se encuentran presentes en otras especies del género *Lepidium* por lo que se estos ácidos grasos polinsaturados se consideran como marcadores de maca (Hermann & Bernet, 2009; Sifuentes et al, 2015). Se cree que son los compuestos activos que están involucrados en el mejoramiento del rendimiento sexual (Zheng et al, 2000), aunque estos resultados no han podido ser reproducidos en investigaciones posteriores (Lentz et al, 2007).

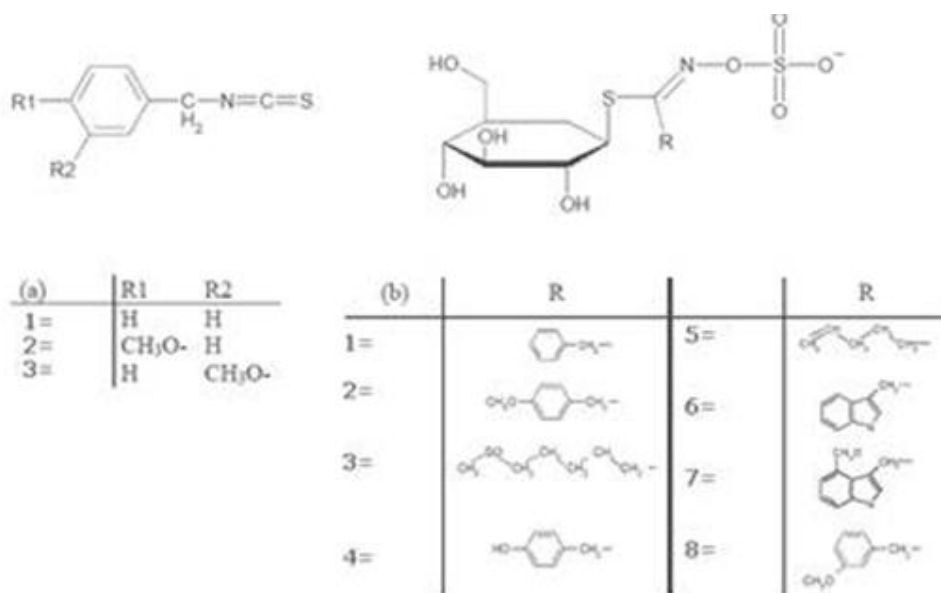
### **B. Glucosinolatos**

Los glucosinolatos son metabolitos ampliamente distribuido en las crucíferas y que han llamado mucho la atención por la actividad quimioprotectora contra el cáncer y su capacidad de combatir patógenos (Talalay & Zhang, 1996; Fahey et al, 2001). Es uno de los metabolitos más importantes presentes en la maca debido a la alta concentración que presenta (Li et al, 2001). El contenido de glucosinolatos varía dependiendo del órgano y la edad de la planta (Li et al, 2001).

Existe una gran diferencia de concentración de glucosinolatos entre hipocotilos frescos y secos (Piacente et al, 2002), esto debido a que el compuesto se degrada durante el secado por la ruptura celular que a su vez genera la liberación de mirosinasa, una enzima endógena que descompone los glucosinolatos y que en células sanas se encuentra aislada, es por eso que los deshidratados y los procesados de maca contienen una menor cantidad de glucosinolatos. (Li et al, 2001; Piacente et al, 2002; Wang et al, 2007; Yabar et al, 2011).

### **C. Alcaloides**

Tres alcaloides han sido aislados de los hipocotilos de maca, dos imidazoles y un benzilato derivado de 1,2-dihidro-N-hidroxipirimidina (Wang et al, 2007). Algunas investigaciones sugieren que el balance hormonal generado en ratas alimentadas con extractos de maca se debe a los alcaloides que contiene y que actúa sobre la pituitaria (Zhang et al, 2014; Sifuentes et al, 2015).



**Figura 2. Estructura del benciltiocianato y glucosinolato responsable del efecto hormonal y quimioprotector respectivamente.**  
**Fuente: Wang et al, 2007**

#### D. Esteroles

Los esteroles son compuestos ampliamente distribuidos en el mundo vegetal incluyendo a la maca (Clément et al, 2010), son reconocidos por disminuir los niveles de colesterol en sangre, propiedades antiinflamatorias, anticancerígenas, antioxidantes y como promotores de fertilidad (Lampi et al, 2004; Lagarda et al, 2006).

#### E. Otros compuestos

El ácido 1R,3S-1-methyltetrahydro-b-carboline-3-carboxylic es un compuesto que actúa como inhibidor de la monoamineoxidasa, los inhibidores de esta enzima son ampliamente utilizados en la Psiquiatría para tratamientos contra desórdenes depresivos y en neurología para aliviar los síntomas de la enfermedad de Parkinson (Wang et al, 2007).

##### 2.1.4. Actividad biológica

Se ha demostrado que extractos acuosos del hipocotilo de maca cuentan con actividad antioxidante y citoprotectora en macrófagos y en ratas en condiciones de estrés oxidativo (Sandoval et al, 2002; Vecera et al, 2007; Zha et al, 2012; Cuentas et al, 2008). Por otro lado se le atribuyen propiedades como mejorador de la fertilidad (Gonzales et al, 2004;

Melnikovova et al, 2015; Wang et al, 2007; Gonzales et al, 2001; Sifuentes et al, 2015), función antiproliferativa (Wang et al, 2007), efecto antiosteoporosis pos menopáusico (Zhang et al, 2014; Zhang et al, 2006; Liu et al, 2015), mejorador de la tasa de crecimiento por su efecto estrogénico o derivados (Lee et al, 2004; Piacente et al, 2002; Li et al, 2001), aumento de la vitalidad y tolerancia al estrés (Wang et al, 2007; Stone et al, 2009) y aunque no ha podido ser reproducido con claridad (Lentz et al, 2007; Lee et al, 2005) también se le considera mejorador de la performance sexual (Zheng et al, 2000; Kamohara et al, 2014; Gonzales et al, 2002).

Se ha visto que soluciones de 100ug/mL de aceite de maca presenta toxicidad selectiva contra la cianobacteria *Oscillatoria perpernata* y soluciones de 1% al parecer actúa como disuasivo alimenticio en termitas (Tellez et al, 2002). Sin embargo la administración oral de maca a ratas a una dosis 10 veces mayor al recomendado en humanos no presentó signos de toxicidad (Wang et al, 2007).

## **2.2. Bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR)**

Como su nombre lo indica, son bacterias (de vida libre o simbiótica) que tienen la capacidad de incrementar la germinación, mejorar la colonización de raíces, estimular el crecimiento de las plantas, realizar actividades de control biológico, inducción de resistencia a patógenos, producción de fitohormonas y mejoramiento en la asimilación de agua y nutrientes (Barka et al., 2000).

Se encuentran en la rizósfera de las plantas la cual se define como la zona del suelo alrededor de la raíz que se ve influenciada por la actividad metabólica de la planta y donde existen interacciones entre los microorganismos del suelo y las especies vegetales (Kim et al. 2006). Por otro lado, las bacterias en la rizósfera pueden tener una mayor densidad poblacional con respecto a la flora del suelo y más del 15 % de la superficie de la raíz están cubiertas por microcolonias de una gran variedad de cepas bacterianas (Van Loon, 2007).

A nivel nacional las bacterias de la rizósfera han sido ampliamente estudiadas como un medio de mejoramiento en el crecimiento y desarrollo de los cultivos tales como la papa (Oswald et al, 2010; Calvo et al, 2010; Calvo et al, 2008), haba (Saïdi, 2014), tara (Ogata et al, 2008) olivo y alfalfa (Clavijo, 2012), pallar (Duran et al, 2014) entre otros.

La asociación entre bacterias y plantas ocurre, en su mayoría, a nivel de la rizósfera. Dicha asociación se inicia como respuesta al llamado “efecto rizosférico”, el cual sucede a través de un intercambio de señales que se disparan a partir de la interacción microbio-planta, con resultados claramente benéficos para los dos. Cerca del 40% del carbono fijado en la fotosíntesis, en la parte aérea de la planta, puede ser excretado a la rizósfera, lo que afecta positivamente a la mayoría de las bacterias que ahí habitan, las cuales se nutren de los exudados de las raíces que emiten las plantas, como azúcares, vitaminas, factores de crecimiento y ácidos orgánicos (Barka et al, 2000).

La inoculación con microorganismos para una mayor rendimiento de los cultivos tiene un alto potencial debido a las diversa capacidades bioquímicas de los mismos, permitiendo una mayor asimilación de nutrientes, fijando nitrógeno, produciendo hormonas vegetales, actuando como antagonista de patógenos, etc. Así mismo en las últimas décadas hay una tendencia en el uso de los productos de origen natural y alternativas de manejo agronómicos que sean amigables con el medio ambiente. Dentro de esta tendencia se está optando por el uso de los biofertilizantes los cuales tienen un gran atractivo para el uso agronómico. El uso de estos biofertilizantes con microorganismo autóctonos como una alternativa natural, es un medio económicamente atractivo debido a su capacidad de reducir la dependencia de los recursos externos y aumentar la calidad y cantidad de los recursos internos (Leyva et al., 2005).

### **2.2.1. Capacidades promotoras del crecimiento vegetal**

Dentro de los principales mecanismos de las bacterias para promover el crecimiento en plantas se encuentra la producción de fitohormonas. El ácido indol acético (AIA) es una hormona reguladora del crecimiento vegetal y se ha encontrado que cerca del 80% de las bacterias de la rizósfera lo produce (Patten & Glick, 1996).

Por otro lado en los suelos se encuentra en su mayoría fosfato inorgánico insoluble que no puede ser asimilado por las plantas (Richardson et al, 2009), siendo este compuesto de suma importancia por ser la principal fuente de fósforo de la misma. Las bacterias PGPRs solubilizan este fosfato insoluble en formas asimilables para las plantas. (Richardson, 2001)

### **2.3. La peletización de semillas**

Es uno de los procesos más sofisticados en la tecnología de tratamientos de semillas en donde a través del encapsulamiento o recubrimiento, la forma y el tamaño de la semilla son modificados para una mejor manipulación o para incluir alguna sustancia activa para facilitar o permitir el desarrollo de la semilla (Sharma et al, 2015; Mandal et al, 2015).

Originalmente la peletización fue usada para cambiar la forma y tamaño de la semilla para una mejor manipulación de semillas hortícolas (García, 2014) además de ser usados como un sistema de identificación, protección y siembra de precisión (Bennet & Lloyd, 2015). Es una técnica de mejora que aumenta el rendimiento de los cultivos, es aclamada por jugar un papel importante en la siembra de precisión al uniformizar las condiciones externas de las semillas sobre todo si estas son pequeñas además de contribuir a la nutrición complementaria (Jerlin et al., 2008).

En la experiencia internacional hay diversos trabajos respecto a la formulación de los peletizados (Klopper & Schroth, 1981), así como sus efectos en las semillas utilizadas (Choi et al, 2014; Jerlin et al., 2008), y también el comportamiento de microorganismos insertos dentro del mismo pelet (Hu et al, 2011; Moënné-Loccoz et al., 1999).

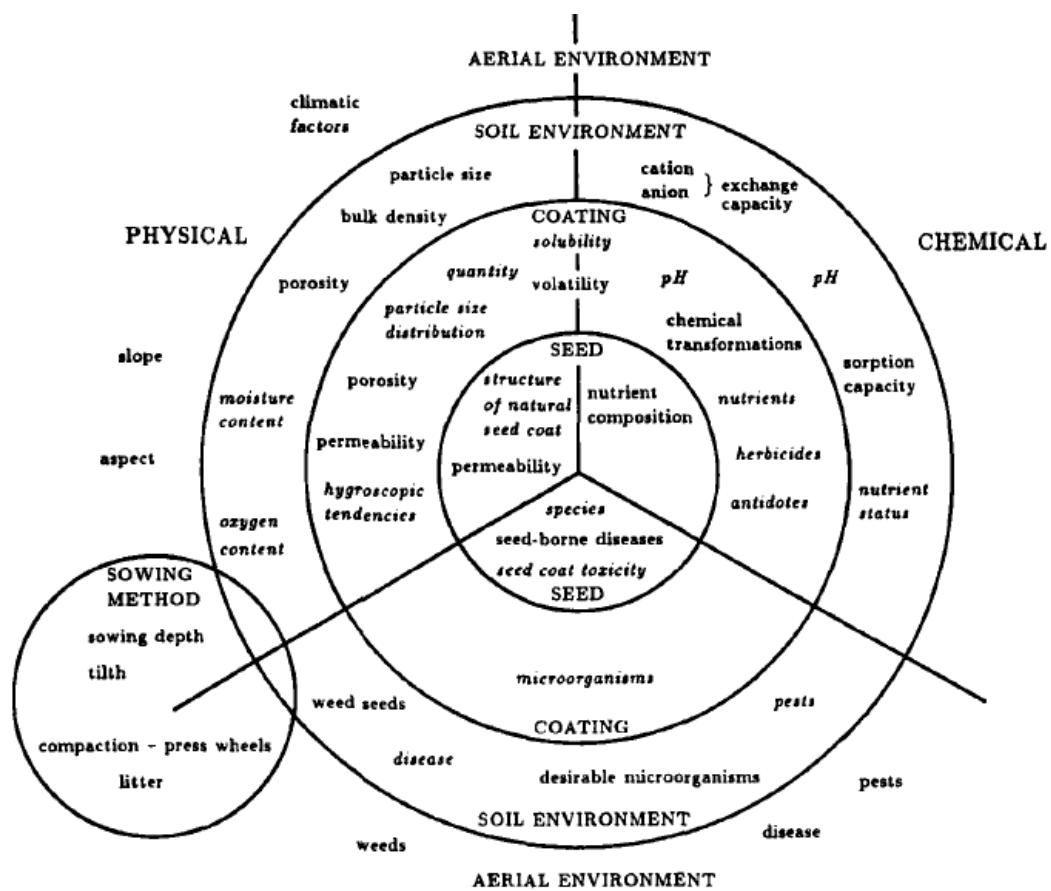


Figura 3. Diagrama de factores que influyen en el desarrollo de semillas peletizadas  
Fuente: Scott, 1989

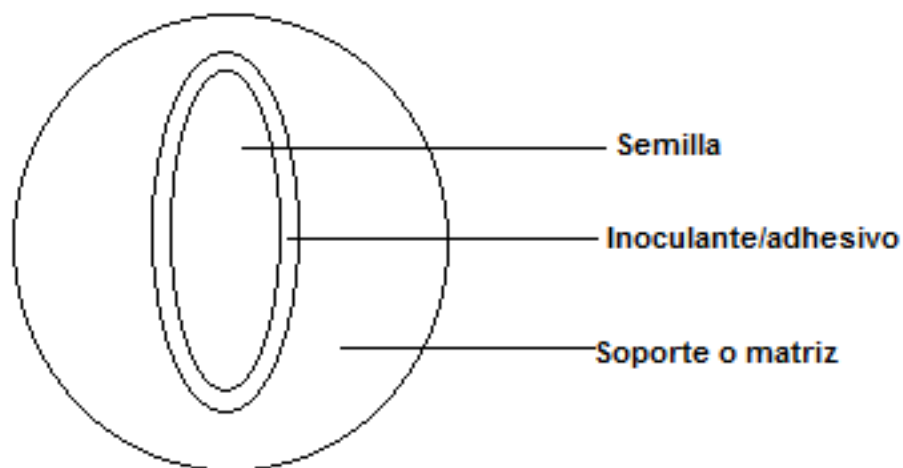


Figura 4. Esquema general de una semilla peletizada con inoculante  
Fuente: Elaboración propia

### **2.3.1. Componentes del peletizado**

De manera general los peletizados de semillas cuentan con dos componentes: la matriz o soporte y el adhesivo o aglutinante. El soporte es el que se encarga de cambiar el tamaño, forma y peso de la semilla; puede estar hecho de partículas minerales u orgánicas o la mezcla de ellos. Por otro lado el adhesivo es el encargado de mantener el soporte junto y envolviendo a la semilla (Deaker et al, 2004).

#### **A. Soportes**

Un soporte o también llamado matriz, es el material de cubierta encargado de darle la forma y volumen final de la semilla peletizada, un soporte ideal debe permitir un tamaño uniforme del peletizado, estar siempre disponible, no debe presentar efectos fitotóxicos (Mandal et al, 2015; Copelan & McDonald, 2001), debe permitir una buena respiración y tener una buena transferencia de agua (Grellier et al, 1999).

Los soportes más usados son aquellos de origen mineral como carbonato de calcio, polvo de roca fosfórica (Deaker et al, 2004), dolomita, gafsa fosfatada, fosfato de calcio, vermiculita pulverizada, polvos fosfatados y la mezcla de los anteriores (Peske & Novembre, 2011; Acuña et al, 1989), además otros materiales utilizados comercialmente son las arcillas comunes, en algunos casos en mezcla con partículas de aserrín y vermiculita (Moënné-Loccoz et al.,1999). Sin embargo algunos estudios usando cenizas de origen vegetal han mostrado un efecto potenciador en la germinación y almacenaje cuando esta se aplica como parte de la mezcla o como el soporte en si (Prakash et al, 2015; 2014a; 2014b).

#### **B. Adhesivos**

Dentro de los materiales utilizados para la elaboración de los pelet se ha citado el uso de los adhesivos goma arábica, polivinilacetato, gelatina, polivinilamida, metil celulosa o derivados (Peske & Novembre, 2011; Deaker et al, 2004; Acuña et al, 1989).

La concentración del adhesivo suele ser una variable crítica para las semilla peletizadas, pues el exceso del mismo impide la individualización al peletizar además de generar demoras significantes en la germinación y, por otro lado, concentraciones muy bajas de adhesivo

genera semillas peletizadas frágiles y de poca resistencia a esfuerzos mecánicos ( Mandal et al, 2015).

### **2.3.2. Alcance de la peletización de semillas**

Hoy en día la peletización de semillas se usa principalmente para la aplicación de pesticidas, herbicidas y/o fungicidas ya que disminuye el efecto de toxicidad de los mismos si fueran aplicados directamente en la semilla. Además también pueden reducir la cantidad de químicos aplicados por hectárea y facilitan la visión de la distribución de semilla en el campo (Sharma et al, 2015; Vasudevan, & Dangi, 2013; Harvenson et al, 2007). Tiene el efecto de aumentar el volumen de la semilla y otorgarle una forma esférica estándar lo cual la hace bastante práctica para aumentar el tamaño de semillas pequeñas y de formas irregulares para una mejor manipulación, identificación y para la aplicación de la siembra de precisión (Bennet & Lloyd, 2015). Aunque si bien el principal objetivo de la peletización es cambiar la forma y tamaño de la semilla individualmente, también se está usando para encapsular grupos de semillas de una o varias especies con fines de co-cultivo u obtener una mayor densidad de siembra en un número menor de peletizados (Sikhao et al, 2015).

#### **A. Protección contra factores abióticos**

La peletización de semillas es usada para protegerlas de condiciones extremas de sequedad, estudios en 4 diferentes especies forrajeras (Rhode grass, teff, siratro y alfalfa), maíz y tabaco expuestas a diferentes regímenes de agua incluyendo estrés por sequía mostraron que las semillas peletizadas presentan una mejor germinación, rendimiento y crecimiento en condiciones áridas (Yu, et al, 2012; Abusuwar & Eldin, 2013; Guan et al, 2014). Así mismo semillas de frijol negro sembradas en campo con condiciones de sequedad presentaron mejores parámetros de crecimiento y germinación con respecto a los controles sin peletizar (Narayanan et al, 2015).

También actúa como una protección física frente a una excesiva humedad y pH (Deaker et al, 2004), esto gracias a que el soporte puede estar compuesto en base a materiales hidrofóbicos (Halmer, 2000).

Ensayos en semillas de guayule y dos variedades de alfalfa expuestas a alta salinidad y temperatura mostraron que aquellas semillas peletizadas tuvieron una mayor germinación con



respecto a aquellas semillas sin peletizar (Sánchez et al, 2014; Abusuwar & Daur, 2015), y ya en trabajos anteriores se evaluó la germinación de semillas de lechuga a altas temperaturas en donde las semillas peletizadas tuvieron un porcentaje marcadamente mayor de germinación con respecto a semillas sin peletizar (Kim et al, 2000). En tabaco se ha desarrollado un peletizado inteligente que cambia su estructura frente a condiciones de heladas permitiendo una mejor germinación y desarrollo del cultivo ante el estrés causado por bajas temperaturas (Cui et al, 2012a; 2012b).

Se sabe también que actúa como protector contra agentes químicos ya que evita una exposición directa de la semilla frente a estos (Bennet & Lloyd, 2015; Daniels, 2014) el uso de peletizados con base de arcilla han mostrado una reducción de los efectos negativos de nematicidas, acaricidas e insecticidas en variados cultivos de interés comercial (Notten et al, 2015).

## **B. Efectos en los cultivos**

Esta técnica ha aumentado los parámetros de rendimiento en semillas como las de trébol (Acuña et al, 1989; Lowther, 1975), zanahoria (Copelan & McDonald, 2001), tomate (Govinden-Soulange & Levantard, 2008), lechuga (Kim et al, 2000), cebolla (Copelan & McDonald, 2001), arroz (Prakash et al, 2013), tabaco (Guan et al, 2014; Caldeira et al, 2014; Cui et al, 2012; Li et al, 2011), mostaza, (Geetha & Balamurugan, 2011), maíz (Lagöa et al, 2012), ajonjolí (Ryu et al, 2006; Suma et al, 2014; Choi et al, 2014; Prakash et al, 2015), remolacha (Kockelmann et al, 2010), diversas especies de flores (Zhongqing et al, 2011; Copelan & McDonald, 2001), especies forestales (de Sousa et al, 2016; Jayashree et al, 2013) entre otras.

En la germinación de semillas peletizadas se han reportado efectos muy variados, lo cual puede entenderse por la variedad y concentración de los materiales en la que pueden estar constituidas y la gran cantidad de condiciones a las que se somete a las semillas durante la germinación, por ejemplo se ha visto que en condiciones extremas mejora la velocidad y el porcentaje de germinación debido a que actúa como una barrera física que protege a las semillas en condiciones desfavorables (Bennet & Lloyd, 2015; Guan et al, 2014; Sánchez et al, 2014; Abusuwar & Eldin, 2013; Kim et al, 2000). Sin embargo ese mismo efecto de actuar como una barrera puede hacer que las semillas sean expuestas a un impedimento físico para

germinar y tengan una marcada menor velocidad de germinación en condiciones favorables para el cultivo (Govinden-Soulangue & Levantard, 2008; Sachs et al, 1981), y que puede ser causado por la elección incorrecta del adhesivo o una concentración muy alta del mismo. Aún así semillas cebadas y luego peletizadas han presentado mejores porcentajes de germinación y emergencia en semillas de tabaco en condiciones normales de cultivo (Caldeira et al, 2014). Por ello es importante que el peletizado sea diseñado de acuerdo a las exigencias de cada cultivo y la las condiciones del lugar de siembra.

Adicionalmente otra característica que ofrece por su efecto protector es la mejora en el tiempo de almacenamiento de semillas, mantiene y hasta mejora los porcentajes de germinación luego de varios meses de almacenamiento en comparación a semillas no peletizadas (Jacob et al, 2016; Srimathi et al, 2013; Hairong et al, 2010).

### **C. Peletizados de semillas con microorganismos**

El potencial presente en las peletizaciones con microorganismos es amplio debido a todos los componentes de los que pueden estar hechos y a la diversidad metabólica de microorganismos que pueden incorporarse en los mismos (García, 2014). Por otro lado la ventaja de la peletización con microorganismos frente a inoculantes líquidos es la habilidad de los peletizados de mantener la viabilidad de los microorganismos por lo cual pueden ser almacenados y estar listos para la siembra de la semilla (O'Callaghan, 2016; Deaker et al, 2004).

Ensayos con *Pseudomonas putida* en semillas de remolacha re-peletizada y peletizada con este microorganismo mostraron una gran pérdida inicial de la población, pero luego de 24 y 52 semanas la población permaneció estable a una temperatura de 20°C (Shah-Smith & Burns, 1997). Otros ensayos en *Pseudomonas fluorescens* han mostrado que al ser peletizadas con semillas de remolacha mantienen una alta viabilidad luego de un año de almacenados a una temperatura de 5°C (Wiyono et al, 2008).

La peletización con microorganismos se usa como mecanismo de restitución de nutrientes a los suelos y mejorar los rendimientos de los cultivos de semillas pequeñas (Bashan et al, 2014; Koppalkar & Deshpande, 2010; Thrall et al, 2005). Por ejemplo ensayos en ajonjolí peletizado con azospirillum, azophos, fosfobacterias o micorrizas mostraron una mejora en la germinación así como también una mejor calidad de semilla y desarrollo de la planta con

respecto a controles peletizados sin bacteria (Suma et al, 2014), por otro lado semillas peletizadas de fenogreco con *Pseudomonas putida* y *Microbacterium taraoxidens* tanto por separado como en conjunto presentaron un mayor peso seco de las plánulas así como también un mayor número de ramas primarias, ramas secundarias y floración por planta que el control (Shivran et al, 2013); así mismo semillas de soya peletizadas e inoculadas con *Rhizobium japonicum* tuvieron promedios mayores en los parámetros de crecimiento y germinación que los controles sin peletizar y peletizados sin inóculo (Shahare et al, 2010)

Además de mejorar los rendimiento de los cultivos las semillas peletizadas con microorganismos tienen un amplio uso para combatir enfermedades mediante la incorporación de antagonistas contra diversos tipos de hongos, bacterias patógenas y nemátodos (Ramzam et al, 2016; Rafi & Dawar, 2015; Tariq & Dawar, 2012; Someya et al, 2007; Ryu et al, 2006; Müller & Berg, 2008; Moënné-Loccoz et al., 1999), tiene la habilidad a diferencia de otros métodos de inoculación de hacer que el tratamiento se encuentre en el entorno inmediato de la semilla y no se diluya a través del campo lo cual se traduce en un ahorro de material y un aumento de la efectividad del tratamiento (Iacomi & Popescu, 2015).

### **2.3.3. Actividad de agua (Aw) y contenido de agua en las semillas peletizada**

Se sabe que en los peletizados de semillas con un alto contenido de agua inicial permite una mejor conservación de la población de microorganismos, siendo un parámetro de gran importancia en la evaluación de la calidad en semillas peletizadas (Wiyono et al, 2008; Moënné-Loccoz et al., 1999).

Una forma de determinar el contenido de agua en los peletizados es midiendo la actividad de agua que es un parámetro que nos permite saber la disponibilidad de agua en una sustancia que afecta directamente el desarrollo o conservación de microorganismos, crecimiento, formación de biopelículas, etc (Valero et al, 2013; Vesterlund et al, 2012; Giaouris et al, 2005; Mugnier & Jung, 1985).

Los valores óptimos para conservación de cuerpos vegetativos de hongos y bacterias oscilan entre un Aw de 0.85 y 0.99, mientras que en estructuras de resistencia pueden presentar altas viabilidades con valores desde 0.30 en las cuales pueden llegar a estar muy bien conservadas (Beuchat et al, 2013; Vesterlund et al, 2012; Laroche et al, 2005).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Materiales

##### 3.1.1. Material biológico

###### A. Material vegetal

- Semillas de *Lepidium meyenii* Walpers (maca) obtenidas de la empresa Koken del Perú S.R.L.

###### B. Bacterias

- *Pseudomonas trivialis* DSM 14937(T) cepa LMTK32/C32 (Ortiz, 2013).
- *Pseudomonas ficuserectae* JCM2400 (T) cepa Ps 42 del banco de germoplasma del Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología “Marino Tabusso” (Zuñiga, 2010).
- *Streptomyces anulatus* NRRLB-2000(T) cepas AC4 (Hurtado, 2013) y AC7 (Zuñiga, 2010) del banco de germoplasma del Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología “Marino Tabusso”.
- Los bacilos BA8 y BA60 identificadas como *Bacillus aryabhatthai* B8W22 (T) del banco de germoplasma del Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología “Marino Tabusso” (Zuñiga, 2010).
- La cepa RH16 *Rhizobium etli* CFN42 (T) y el diazótrofo DZ50 *Rhizobium massiliae* 90A del banco de germoplasma del Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología “Marino Tabusso” (Zuñiga, 2013).

##### 3.1.2. Medios de cultivo y equipos de laboratorio

###### A. Medios de cultivo

- Agar nutritivo
- Caldo Levadura manitol (Vincent, 1970)

- Agar Levadura manitol (Vincent, 1970)
- Agar agua 0.5%
- Agar almidón caseína
- Agar con fosfato bicálcico
- Agar con fosfato tricálcico

## **B. Soluciones, soportes y reactivos**

- Solución salina 0.85%
- Alcohol al 70%
- Lejía al 5%
- Soporte CA
- Soporte AR
- Soporte VE
- Solución nutritiva libre de nitrógeno  $\frac{1}{4}$
- Solución nutritiva con nitrógeno  $\frac{1}{4}$
- Tampón Fosfato 7.1
- Tampón Citrato 4.1
- Adhesivo GE al 5,10 y 15%
- Adhesivo GA al 10, 15 y 20%
- Reactivo de Salkowski
- Adhesivo AZ al 25, 50 y 75%

## **C. Equipos y materiales de laboratorio**

- Agitador mecánico orbital
- Autoclave vertical
- Baguetas
- Balanza analítica (Sartorius)
- Balanza de platillo (Ohaus Scout ProSP202)
- Bandejas de plástico
- Beaker de 25, 50 y 100 mL
- Bolsas de polietileno
- Congeladora de -20 (Whirlpool)

- Congeladora de -80 (Sanyo)
- Equipo de baño María (Mettler)
- Incubadora (Friocell 110, Merck)
- Espectrofotómetro (Genesys 10S UV-VIS-Thermo Electron Corp)
- Macetas Teku de 1L con platillo
- Potenciómetro
- Horno de secado
- Tubos de ensayo
- Probetas de 25, 100, 250 y 1000 mL
- Micropipetas de 0.2, 0.5 y 1mL
- Pinzas metálicas
- Medidor de actividad de agua AQUALAB PRE
- Regla metálica de 20cm
- Gotero
- Soporte AR
- Soporte CA
- Soporte VE
- Tubos Falcon
- Asas de Kolle
- Placas Petri de vidrio y plástico

## **3.2. Métodos**

### **3.2.1. Selección de soporte y adhesivo**

Se probaron como soportes a la AR, CA y VE pulverizada; como adhesivos se usaron soluciones de GA al 5, 10 y 25%; GE a 10, 25 y 50% y AZ al 10, 25 y 50% dando un total de 27 tratamientos. Se peletizaron las semillas de maca probando cada uno de los soportes en combinación con los adhesivos en sus diferentes concentraciones en donde se evaluó el porcentaje de peletización (Díaz Alvarez, 2004), la actividad de agua, pH (Pansu & Gautheyrou, 2007) y el porcentaje de germinación.

Para peletizar se agregó adhesivo a las semillas de maca y se dejó reposar durante 10 minutos, luego se agregaron los soportes y se agitó con vigorosidad hasta la formación de los pelets

(Díaz Alvarez, 2004). Luego, las semillas peletizadas se secaron durante 1 hora a 22°C en un flujo de aire filtrado(Nain et al, 2012).

Se seleccionaron los tratamientos que presentaron una buena adhesión del soporte a la semilla e individualización sin descascaramientos. Este seleccionado junto con un control sin peletizar fueron dispuestas en placas Petri con Agar Agua en 4 repeticiones y se incubaron a una temperatura de 18°C durante 5 días midiéndose el porcentaje de germinación de las semillas.

### **3.2.2. Evaluación de la promoción del crecimiento vegetal**

Con el fin de seleccionar las cepas que tuvieran un mayor efecto PGPR en maca se realizaron 3 pruebas: Producción de ácido indol acético, Solubilización de fosfatos y germinación en placa.

#### **A) Producción de ácido indol acético**

El ensayo determinó, cualitativamente, la presencia de bacterias con capacidad de producir ácido indol acético o alguno de sus precursores. El ácido indol acético es precursor de auxinas. Las auxinas son fitohormonas reguladoras del desarrollo de las plantas que tiene como característica principal incrementar el crecimiento de las plantas, división celular y formación de raíces.

Para la prueba se empleó la técnica colorimétrica descrita por Gordon y Weber (1951). Las cepas fueron sembradas en tubos con caldo LMC (4mL) suplementado con L-triptófano 5mM. Los tubos fueron incubados a 13 y 22°C por un periodo de 5 días. Las evaluaciones se llevaron a cabo por duplicado. En tubos eppendorf, se tomaron alícuotas de 500uL de caldo bacteriano y se centrifugaron a 1200rpm por 5 minutos. Posteriormente, se tomaron 250uL de sobrenadante y se colocaron en un tubo de ensayo. Se agregó 1mL de reactivo de Salkowski (Gordon & Weber, 1951) a cada uno de estos tubos incubándolos durante 30 minutos en oscuridad a temperatura ambiente. Finalmente se evaluó el viraje de color de la solución a tonalidades rojizas (Naik & Sakthivel, 2006) y se midió la absorbancia de la solución en el espectrofotómetro a 530nm. La concentración del producto se estimó mediante una curva estándar (Glick, 1995)

## **B) Solubilización de fosfato bicálcico y tricálcico**

Para determinar la capacidad de solubilización de fosfatos bicálcico y tricálcico las cepas fueron sembradas en caldo nutritivo e incubadas en agitación de 24-48 horas. Alícuotas de 4uL del caldo (Alikhani et al., 2006) fueron sembradas por superficie en las placas con medio NBRIP modificado con fosfato bicálcico y tricálcico (Nautiyal, 1999) Las placas fueron incubadas a 13 y 22°C durante 15 días

Los resultados se expresaron como eficiencia de solubilización E (Nguyen et al, 1992) de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$E = \frac{\text{DIÁMETRO DE SOLUBILIZACIÓN}}{\text{DIÁMETRO DE CRECIMIENTO}} \times 100$$

## **C) Efecto de la inoculación de las cepas en la germinación a nivel in vitro**

### **Desinfección de semillas**

Para la desinfección de semillas de maca estas se sumergieron en alcohol al 70% durante un periodo de 3 minutos seguido de un lavado con agua destilada estéril, luego se las embebió en una solución de hipoclorito de sodio al 6.5% durante 3 minutos (modificado de Zúñiga, 2013) seguido de 4 lavados sucesivos con agua destilada estéril y se secaron en un flujo de aire filtrado.

### **Inoculación y siembra de semillas**

Para las inoculaciones las semillas fueron desinfectadas y luego embebidas en cada caldo bacteriano durante 15 minutos luego de lo cual se retiró el exceso de inóculo. El control fue embebido en caldo LMC estéril sin inoculante durante 15 minutos y luego se retiró el exceso de caldo.

Luego las semillas fueron dispuestas en placas Petri con Agar Agua en 4 repeticiones y se incubaron a una temperatura de 16°C durante 5 días midiéndose el porcentaje de germinación de las semillas y el peso seco de las plántulas.



### **3.2.3. Ensayo de inoculación vs peletizado**

#### **A. Preparación del inóculo y adhesivo para el peletizado**

Las cepas seleccionadas fueron incubadas en 5mL de caldo Levadura manitol (LMC) en tubos de ensayo de 20mL a 150rpm hasta alcanzar una concentración de  $1 \times 10^8$  UFC/mL aproximadamente.

Cada uno de los caldos bacterianos fueron mezclados con adhesivo en partes iguales y homogenizados. Para la elaboración de los controles se mezcló caldo estéril sin inocular con el adhesivo en partes iguales.

#### **B. Peletización de semillas**

Se agregó a las semillas desinfectadas el adhesivo con caldo bacteriano y se dejó reposar durante 10 minutos, luego se agregó el soporte y se agitó con vigorosidad hasta la formación de los pelets. En el caso del control el procedimiento fue el mismo con excepción de que se usó una mezcla de adhesivo con caldo estéril en partes iguales. Las semillas peletizadas se secaron durante 1 hora a 22°C en un flujo de aire filtrado (Nain et al, 2012; Saxena & Jha,2014).

#### **C. Evaluación a nivel in-vitro**

Las semillas inoculadas, peletizadas y sus respectivos controles fueron dispuestas en placas Petri con Agar Agua en 4 repeticiones y se incubaron a una temperatura de 16°C durante 14 días midiéndose el porcentaje (%) de germinación y el peso seco de cada tratamiento.

#### **D. Evaluación a nivel de invernadero**

Las semillas inoculadas, peletizadas con inóculo y sus controles fueron colocadas en macetas Teku de 1L con tierra de campo de la Universidad Nacional Agraria La Molina durante 35 días. Para las macetas se realizó el riego con solución nutritiva libre de nitrógeno para todos los tratamiento a excepción de los controles positivos que fueron regados con solución nutritiva con nitrógeno (Boughton & Dilworth, 1970). Se evaluó el porcentaje (%) de emergencia, longitud de hoja y peso seco de raíz y órganos aéreos.

### **E. Medición de actividad de agua ( $A_w$ )**

Se midió la actividad de agua de las semillas peletizadas, inoculadas y sus controles 5 veces durante un periodo de 30 días usando un medidor de actividad de agua de marca AQUALAB modelo AQUALAB PRE.

### **F. Determinación de células viables en las semillas peletizadas y sin peletizar**

Se evaluó la supervivencia del microorganismo en las semillas peletizadas con inóculo al momento de la peletización, al día 1, 5, 15 y 30. Se diluyó en cada día 0.1g de semillas peletizadas y sin peletizar en 1mL de solución salina a 0.8% en donde se homogenizó con ayuda de un vortex el tiempo suficiente para que el soporte se desprenda de la semilla y deje en suspensión a los microorganismos. Luego se realizaron las diluciones sucesivas respectivas se sembraron por superficie alícuotas de 100uL en agar Levadura Manitol (LMA) y se incubaron 48 horas a 24°C.

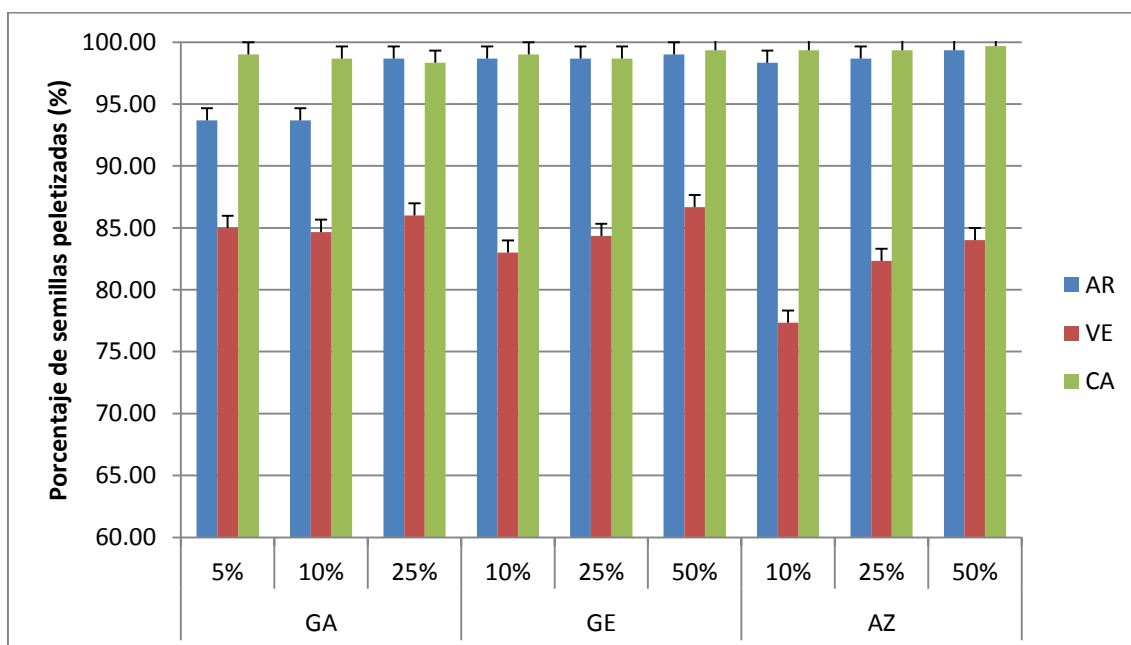
#### **3.2.4. Análisis de datos**

Se realizaron análisis de variancia simple y multifactorial además de la prueba de comparaciones múltiples de Mínima Diferencia Significativa (LSD). Se utilizó el programa estadístico *Statgraphics Centurion XVI*. Las desviaciones estándar y los gráficos fueron realizados por medio del programa *Excel*.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1. Selección de soporte y adhesivos

El porcentaje de peletización de semillas fue alta (con un promedio mayor a 98% en todos los tratamientos) en aquellos tratamientos que tuvieron de soporte a AR y CA, aquellas que tuvieron como soporte a VE tuvieron un promedio menor a 87% en todos los casos como se muestra en la figura 5. Un análisis de variancia multifactorial mostró diferencias significativas por el factor “soporte”(P=0.000) y factor “concentración”(P=0.0366) del adhesivo mas no por el factor “adhesivo” (P=0.3395). Esta mayor adhesividad de AR y CA con respecto a VE puede deberse a que el tamaño de la partícula de estos dos soportes (menor a 3.9  $\mu\text{m}$ ) es mucho menor con respecto a VE(menor a 150  $\mu\text{m}$ ) haciéndola una partícula más porosa y de menor cohesión (Besoain, 1985).

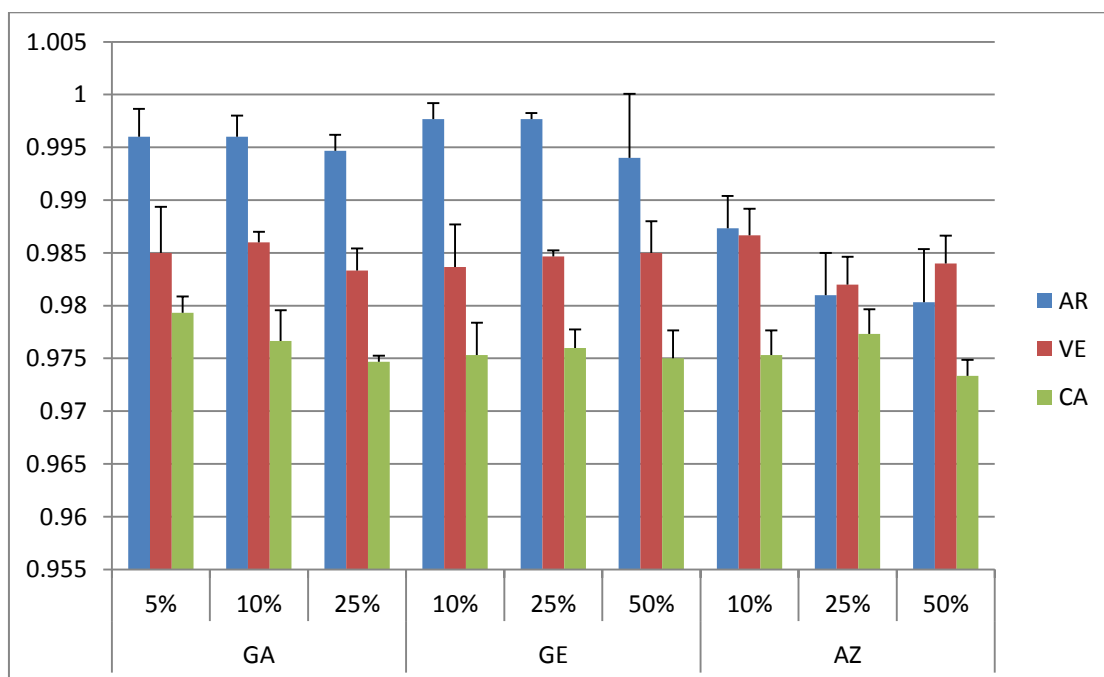


**Figura 5: Porcentaje de semillas peletizadas (%) con diferentes soportes y concentración de adhesivos.**

**Fuente: Elaboración propia**

Por otro lado la mayor actividad de agua fue detectada en los tratamientos que poseían como soporte a AR, seguidos por VE y finalmente por CA. Tanto los soportes como los adhesivos

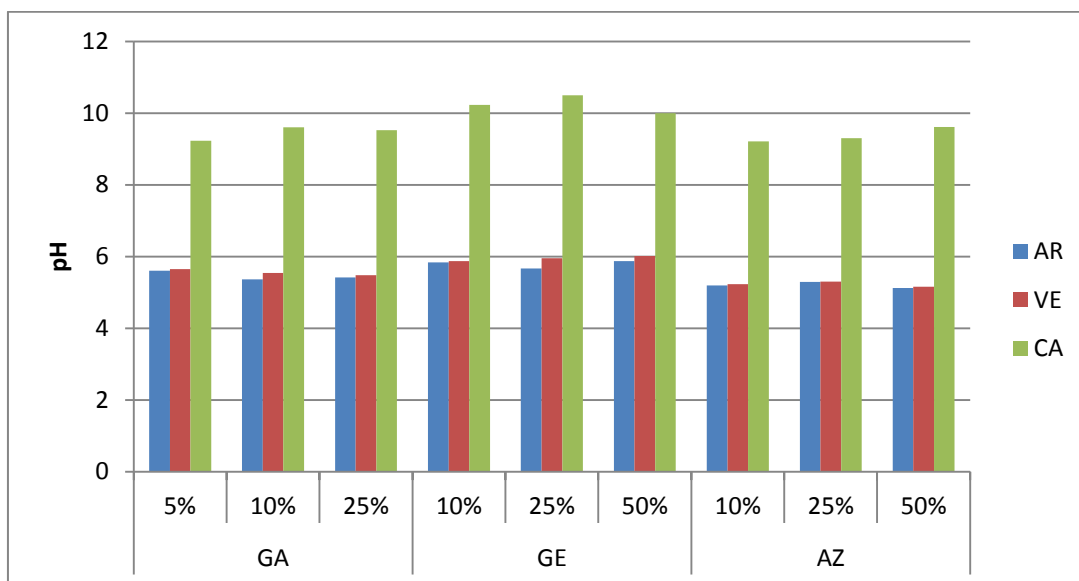
presentaron influencias estadísticamente significativas ( $P=0.000$  y  $P=0.002$  respectivamente) en este parámetro. Se observó que en los tratamientos con soporte AR y adhesivo AZ hubo una reducción de la actividad de agua (aW) a un promedio de 0.9828 como se observa en la figura 6.



**Figura 6: Actividad de agua en semillas peletizadas de maca.**  
**Fuente: Elaboración propia**

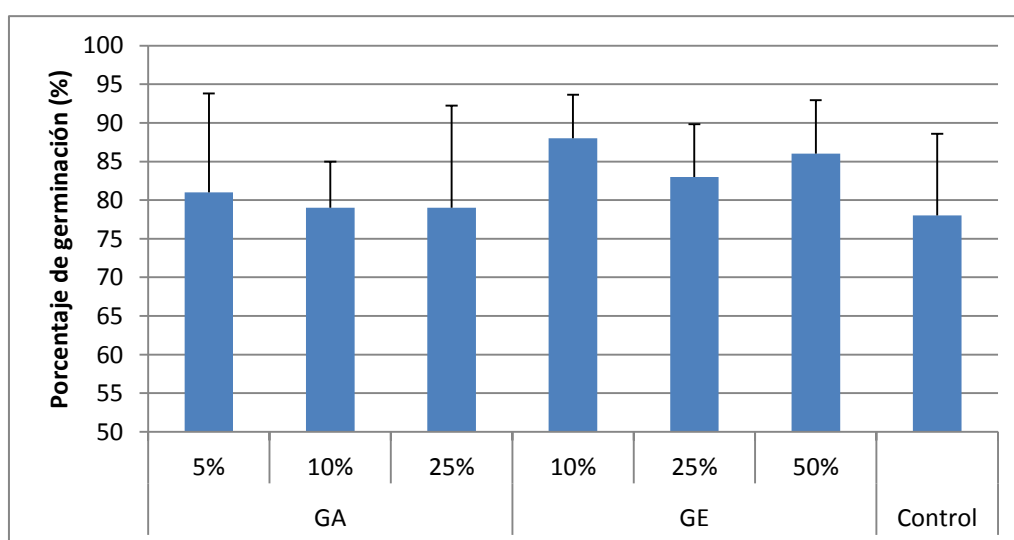
El pH promedio para los soportes de AR y VE expandida fue de 5.48 y 5.58 respectivamente debido a que este tipo de soportes suele albergar algunos cationes monovalentes y divalentes sin embargo para el caso del CA debido a su naturaleza alcalina el pH fue de 9.69, lo cual está muy lejos de ser un pH ideal para el desarrollo de plántulas en los peletizados (Besoain, 1985), los adhesivos no tuvieron una mayor influencia en el pH de los peletizados como se muestra en la figura 7.

Debido que poseía la mejor eficiencia y el pH más adecuado se escogió como soporte al tratamiento AR para el peletizado, con el cual se realizó un ensayo de germinación con diferentes adhesivos a distintas concentraciones.



**Figura 7: pH de semillas peletizadas de maca.**  
**Fuente: Elaboración propia**

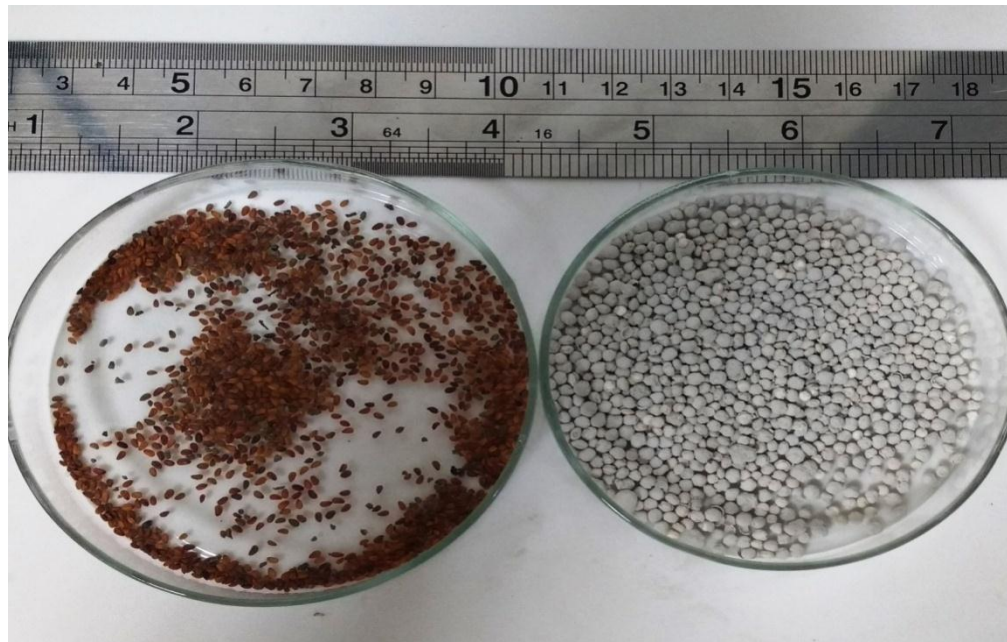
Todos los tratamientos fueron superiores al control mientras el tratamiento que obtuvo la mayor germinación fue el tratamiento con adhesivo GE a un 10% de concentración con un promedio de 88% de germinación seguido del tratamiento con GE al 50% con un promedio de 86% de germinación como se muestra en la figura 8.



**Figura 8: Porcentaje de germinación de plántulas de maca incubada 5 días y peletizadas con AR a distintas concentraciones de GE y GA.**  
**Fuente: Elaboración propia**



**Figura 9. Semillas peletizadas de maca y semillas sin peletizar (40X).**  
**Fuente: Elaboración propia**



**Figura 10: Izquierda, semillas de maca; derecha, semillas de maca peletizadas con AR.**  
**Fuente: Elaboración propia**

## 4.2. Evaluación de la promoción del crecimiento vegetal

Un grupo de las bacterias empleadas en este trabajo fueron aisladas del proyecto Perú Biodiverso GTZ-CONCYTEC-2009 a partir de muestras de la rizósfera de plantas de maca ubicados en el distrito de San Pedro de Cajas, provincia de Tarma, departamento de Junín; el otro grupo de bacterias fueron aisladas del proyecto PROCYT 355-2012-CONCYTEC-OAJ de muestras de rizósfera de plantas de quinua del distrito de Ilave, provincia y departamento de Puno y del distrito de Santa Rita en el departamento de Arequipa. La caracterización y clasificación molecular y filogenéticas de las cepas fue realizada en trabajos anteriores así también como en el proyecto 225-FINCYT-IA-2013 como se presenta en la Tabla 1.

**Tabla 1: Caracterización molecular y clasificación filogenéticas de las cepas.**

Cepa	Lugar de aislamiento	Cultivo de Origen	Cepas tipo más cercanas basadas en el gen 16S ARNr	Nº de aceción de cepas tipo relacionadas	Similitud (%)
BA8	Junín	Maca	<i>Bacillus aryabhatthai</i> B8W22 (T)	EF114313	99.93
BA60	Junín	Maca	<i>Bacillus aryabhatthai</i> B8W22 (T)	EF114313	99.79
PS42	Junín	Maca	<i>Pseudomonas ficuserectae</i> JCM2400 (T)	AB021378	99.5
PSC32	Junín	Maca	<i>Pseudomonas trivialis</i> DSM 14937(T)	AJ492831	99.86
AC7	Junín	Maca	<i>Streptomyces anulatus</i> NRRLB-2000(T)	DQ026637	100
AC4	Puno	Quinua	<i>Streptomyces anulatus</i> NRRLB-2000(T)	DQ026637	100
RH16	Arequipa	Quinua	<i>Rizhobium etli</i> CFN42 (T)	CP000133	99.93
DZ50	Puno	Quinua	<i>Rizhobium massiliae</i> 90A	AF531767	99.34

**Fuente: Proyecto GTZ-CONCYTEC-2009, proyecto PROCYT 355-2012-CONCYTEC-OAJ y proyecto 225-FINCYT-IA-2013. Cuadro de elaboración propia**

### 4.2.1. Producción de ácido indol acético (AIA)

La determinación de la concentración de esta auxina se llevó a cabo utilizando el reactivo de Salkowski que permite la oxidación de grupos indólicos por sales férricas generando un color rojizo del AIA y sus precursores, siendo la intensidad del color directamente proporcional a la concentración de AIA y sus precursores (Bric et al, 1991). La concentración de AIA en cada caldo bacteriano se determinó al realizar una comparación con una curva estándar.

Se encontró que la mayor producción de AIA se dio en la cepa DZ50 tanto a 13 como a 22°C con una concentración de 26.06 y 120.28µg/mL respectivamente como se muestra en la Tabla 2. Se observó que la temperatura es un parámetro de gran influencia en la producción de AIA debido a que es un limitante en el crecimiento bacteriano. La DZ50 a sido identificada como *Rhizobium massiliae* la cual es una especie conocida por promover el crecimiento vegetal y fijadora de nitrógeno.

**Tabla 2: Producción de AIA de las cepas evaluadas al día 5**

Temperatura	Concentración (µg/mL)							
	AC4	AC7	BA8	BA60	C32	DZ50	PS42	RH16
13°C	0.79±0.8	0.06±0.1	0.35±0.11	3.49±0.88	4.14±0.48	26.06±0.74	0.14±0.01	14.74±1.64
22°C	12.72±0.33	0.66±0.19	3.29±0.33	9.35±1.82	4.27±0.89	120.28±0.74	3.29±0.19	44.95±0.07

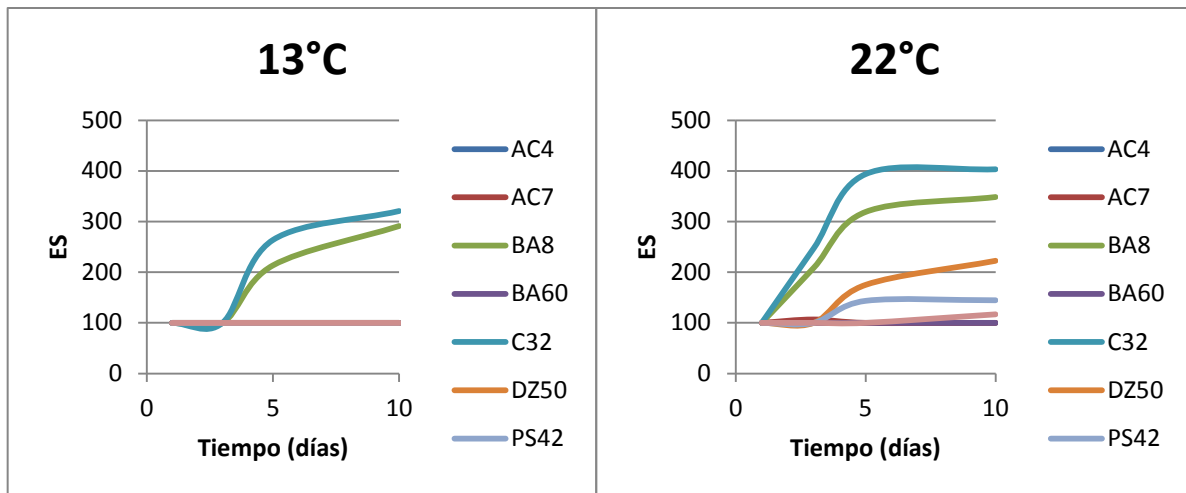
**Fuente: Elaboración propia**

#### 4.2.2. Solubilización de fosfatos bicálcico y tricálcico

Debido a que en el suelo la mayoría de fosfato se encuentra de formas no asimilables para las plantas, las bacterias dinamizan el fósforo del suelo transformándolo a una versión asimilable (Richardson, 2001). La utilización de fosfato orgánico requiere del proceso de mineralización a través de enzimas fosfatasas producidas por las plantas y/o los microorganismos (Richardson & Simpson, 2011). Por otro lado el fosfato inorgánico se solubiliza a través de la producción de ácidos orgánicos siendo el ácido glucónico el más frecuente. (Richardson & Simpson, 2009; Khan et al, 2009).

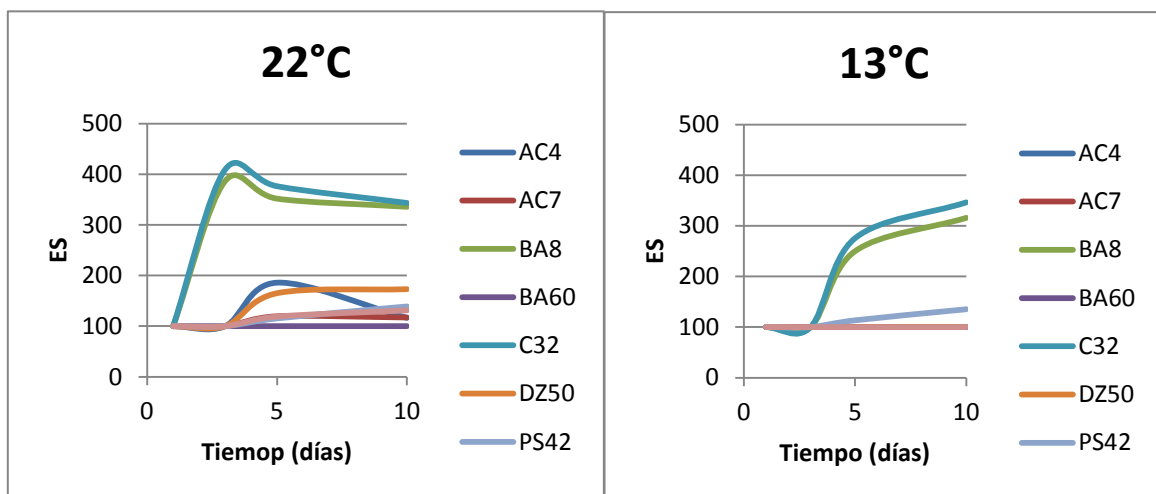
A 13°C sólo de las cepas C32 y BA8 presentaron capacidad de solubilización de fosfato bicálcico durante el periodo de evaluación, mientras que el tratamiento a 22°C las cepas AC4, AC7 y BA60 no produjeron halo de solubilización como se muestra en la Figura 11. Destacó la cepa C32 con una eficiencia de solubilización (ES) de 320.80% a 13°C y 403.25% a 22°C a los 10 días de evaluación seguida de la cepa BA8 con 291.21% a 13°C y 348.49% a 22°C.





**Figura 11: Eficiencia de solubilización (ES) de fosfato bicálcico a 13 y 22°C**  
**Fuente: Elaboración propia**

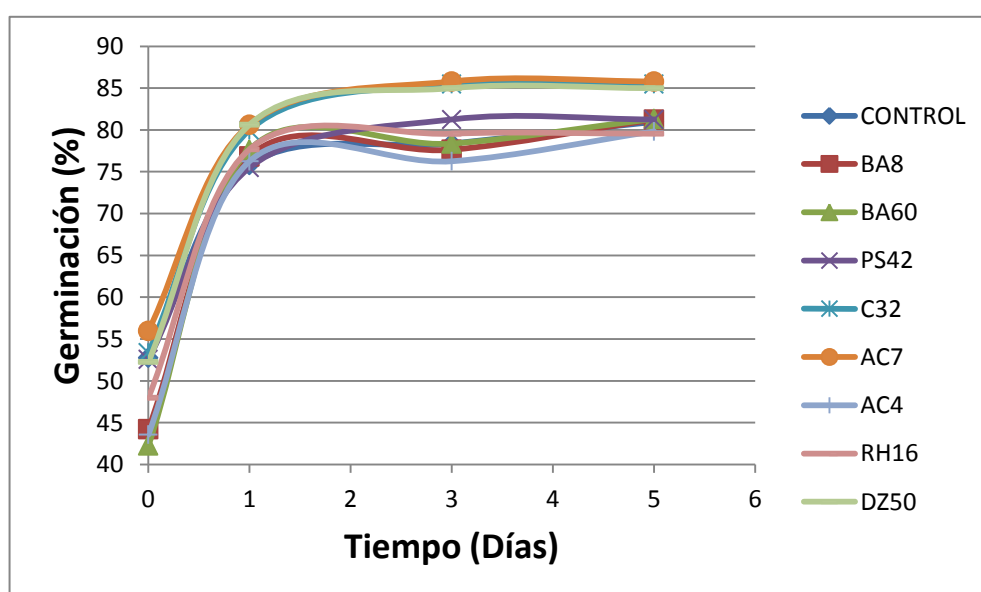
Por otro lado en la solubilización de fosfato tricálcico las cepas C32 y BA8 fueron las que tuvieron mayores eficiencias de solubilización con 346.32% y 315.76% respectivamente a 13°C a los 10 días de evaluación; y 409.14% y 351.73% a 22°C a los 5 días de evaluación.



**Figura 12 Eficiencia de solubilización (ES) de fosfato tricálcico a 13 y 22°C.**  
**Fuente: Elaboración propia**

### 4.2.3. Efecto de la inoculación de las cepas en la germinación a nivel in vitro

El mayor porcentaje de germinación se observó al día 5 de evaluación por parte de la cepa AC7 con 85.8% seguido de la cepa C32 con 85.48% y DZ50 con 84.98%, siendo superiores al control sin inocular (80.96%). Las cepas AC4 y RH16 fueron superiores al control durante todos los días de evaluación como se muestra en la Figura 13.



**Figura 13: Porcentaje de germinación de semillas de maca a través del tiempo a nivel in-vitro.**

**Fuente: Elaboración propia**

### 4.3. Inoculación líquida vs. Peletizado

Se seleccionaron las cepas AC7, C32 y DZ50 para ver los efectos de la peletización con estas bacterias en semillas de maca y compararla con la inoculación líquida convencional de las mismas tanto a nivel in vitro como de invernadero, en donde se evaluó la germinación, emergencia, pesos fresco y seco, longitud de hoja, actividad de agua (Aw) y la supervivencia del microorganismo en la semilla peletizada y sin peletizar.

### 4.3.1. Evaluación a nivel in vitro

#### A) Germinación

En la germinación se pudo observar que las semillas sin peletizar fueron las primeras en germinar seguidas de las semillas peletizadas hasta las 48 horas donde los porcentajes se emparejaron siendo el tratamiento de peletizado con AC7 el que presentó el mayor porcentaje de germinación (82%) seguido de las semillas inoculadas y sin peletizar de AC7 como se muestra en la tabla 3.

**Tabla 3. Porcentaje de germinación (%) a nivel in vitro de semillas peletizadas y sin peletizar de maca**

Tiempo (días)	Semilla sin peletizar				Semilla peletizada			
	CN	C32	DZ50	AC7	CN	C32	DZ50	AC7
1	35±0.9	53±2.6	54±3.9	53±3.9	2±0.6	3±0.5	13±1.5	7±1.7
2	45±2.1	55±2.2	60±3.4	66±4.5	6±1.0	3±0.5	18±0.6	11±2.5
4	65±6.0	73±1.0	76±1.4	75±6.0	62±6.2	50±0.6	57±3.8	69±2.1
6	68±2.2	78±0.6	78±1.3	80±4.1	78±3.9	72±2.0	76±3.5	82±2.5

**Fuente: Elaboración propia**

Una prueba de comparaciones múltiples de Mínima Diferencia Significativa (LSD) mostró una superioridad significativa en la germinación por parte de los tratamientos sin peletizar en los días 1 y 2. Por otro lado un análisis multifactorial en el día 1 y 2 de evaluación mostró influencias significativas por parte del peletizado ( $P=0.000$  y  $P=0.000$  respectivamente) como del inóculo ( $P=0.0301$  y  $P=0.0236$  respectivamente).

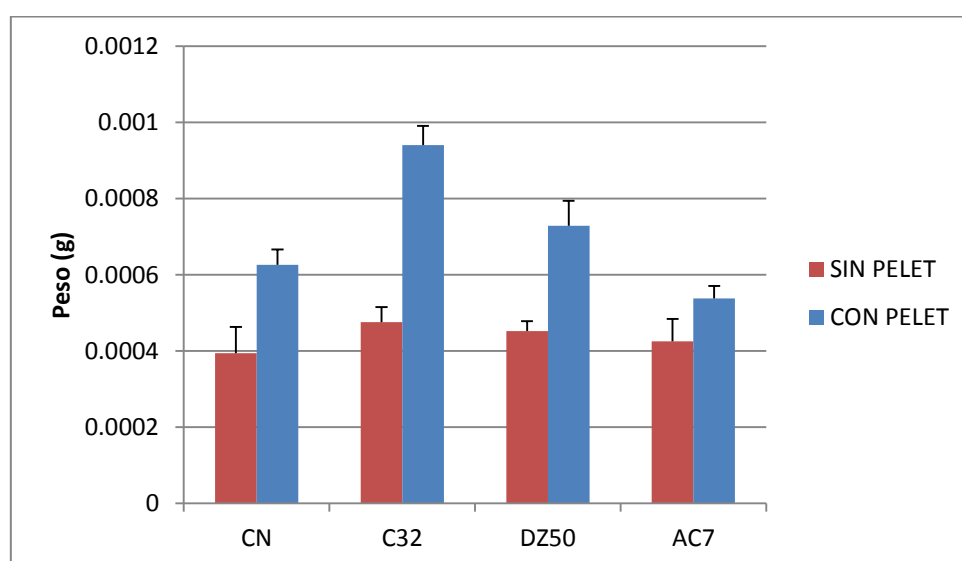
La diferencia en la germinación entre los tratamientos peletizados y sin peletizar durante los primeros días de evaluación se debe a que el peletizado actúa como una barrera física (Bennet & Lloyd, 2015; Guan et al, 2014; Sánchez et al, 2014; Abusuwar & Eldin, 2013; Kim et al, 2000) que la plántula debe superar para que la germinación sea medible y cuantificable, además de que se cambia la tasa de transferencia de agua y

oxígeno hacia la semilla (Grellier et al, 1999) modificando la germinación de la misma. Se sabe por ejemplo que al peletizar semillas de *Capsicum annuum*L. se genera un retraso considerable en su germinación debido a que el soporte interfiere en la tasa de transferencia de oxígeno hacia el embrión y dificultaba el crecimiento de la radícula (Sachs et al, 1981).

Peletizados a base de arcilla de semillas de remolacha modifican su germinación retrasándola y reduciéndola (Durrant & Loads, 1986) por lo que hoy en día soportes a base de arcilla se venden en mezcla con materiales porosos y ligeros como vermiculita y/o partículas e aserrín (Moënne-Loccoz et al.,1999).

### B) Pesos secos

Se midieron los pesos secos de las plantulas incubadas 14 días y se realizó un análisis multifactorial de los resultados obteniéndose que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los inóculos ( $P=0.000$ ) usados así como entre las semillas peletizadas y sin peletizar ( $P=0.000$ ). Todos los tratamientos peletizados fueron superiores a los tratamientos sin peletizar, siendo los mayores pesos los peletizados de las cepas C32 y DZ50 con un peso respectivamente superior en 57.4% y 22.0% en comparación al control peletizado y 138.72% y 85.03% superior en comparación al control sin peletizar como se muestra en la figura 14.



**Figura 14: Peso seco por planta de semillas de maca incubadas a nivel in-vitro. Fuente: Elaboración propia**

Se sabe que la peletización con microorganismos mejora los rendimientos de los cultivos de semillas pequeñas (Bashan et al, 2014; Koppalkar & Deshpande, 2010; Thrall et al, 2005) tales como tomate (Govinden-Soulange & Levantard, 2008), lechuga (Kim et al, 2000), cebolla (Copelan & McDonald, 2001), arroz (Prakash et al, 2013), tabaco (Guan et al, 2014; Caldeira et al, 2014; Cui et al, 2012; Li et al, 2011), mostaza, (Geetha & Balamurugan, 2011), ajonjolí (Ryu et al, 2006; Suma et al, 2014; Choi et al, 2014; Prakash et al, 2015), remolacha (Kockelmann et al, 2010), etc

Esta diferencia tan marcada en el peso entre los tratamientos peletizados y sin peletizar a nivel in vitro probablemente sea a causa de la presencia de micronutrientes en el soporte (Jerlin et al., 2008; Geetha & Krishnasamy, 2011; Suma et al, 2010) que pueden ser asimilados por las plántulas mientras que los tratamiento sin peletizar solo pueden asimilar el agua presente en el agar y los metabolitos producidos por las bacterias con las que han sido inoculadas. Es por ello que incluso el control peletizado es significativamente superior en peso al control sin peletizar.

#### **4.3.2. Evaluación a nivel de invernadero**

##### **A )Emergencia**

La mayor emergencia fue por parte del inoculado con la cepa AC7 quien presentó una superioridad porcentual durante todos los días de evaluación con una emergencia final de 79.69% seguido por los peletizados con AC7 y el inoculado con DZ50 ambos con 73.44% a los 11 días de evaluación como se aprecia en la Tabla 4. Suele haber una gran influencia del peletizado en la emergencia de diversas semillas peletizadas con partículas cerámicas, sobretodo cuando están en suelos con alto contenido de humedad (Maude & Bambridge, 1985).

Cabe destacar que a nivel in vitro los tratamientos con la cepa AC7 también fueron los que obtuvieron la mayor germinación. La cepa AC7 ha sido anteriormente identificada como *Streptomyces anulatus* (Zúñiga, 2010) especie conocida por ser un productor de diversos antibióticos que actúan como biocontrolador fúngico, nematicida y herbicida (Couillerot et al, 2014; Zhang et al, 2015; Priyadharsini et al, 2014) y ser promotora del crecimiento vegetal (Couillerot et al, 2013).

Se sabe que el género *Streptomyces* tiene especies que mejoran la germinación de diversas especies hortícolas, sin embargo los medios y mecanismos asociados a la promoción de la germinación y emergencia por parte de este género aún no han sido completamente dilucidados (Aly et al, 2012).

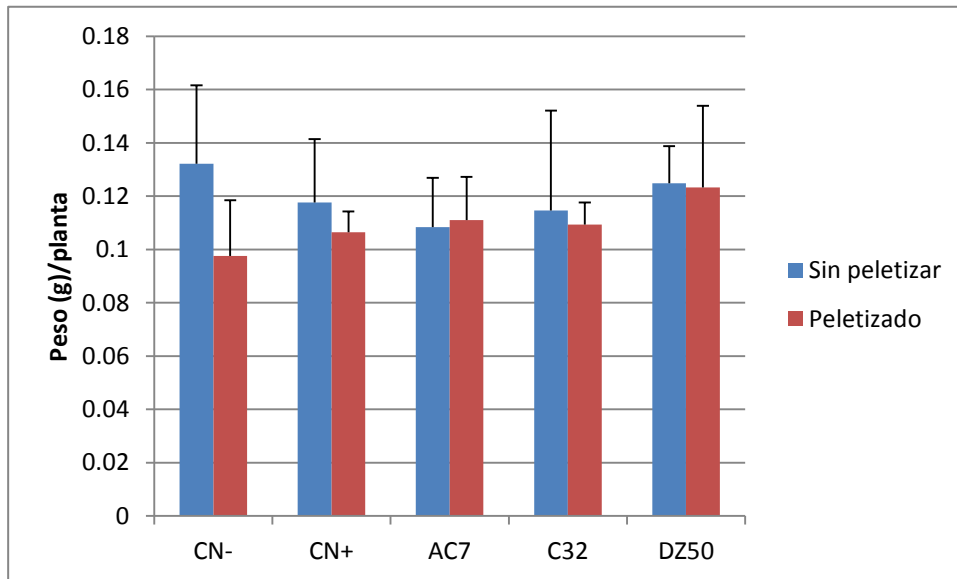
**Tabla 4. Porcentaje de emergencia a nivel invernadero de semillas peletizadas y sin peletizar de maca durante 11 días.**

Tiempo (Días)	Semilla sin peletizar					Semilla peletizada				
	CN-	CN+	AC7	C32	DZ50	CN-	CN+	AC7	C32	DZ50
4	42.11	42.19	48.44	35.94	39.06	23.44	15.63	35.94	28.13	34.38
	±5.10	±13.85	±16.44	±3.13	±7.86	±10.67	±8.07	±10.67	±8.07	±3.61
5	51.32	57.81	71.88	50.00	65.63	43.75	46.88	65.63	54.69	57.81
	±12.88	±12.88	±19.43	±10.21	±8.07	±8.84	±14.88	±14.88	±5.98	±7.86
6	56.58	64.06	71.88	54.69	68.75	54.69	56.25	70.31	67.19	60.94
	±9.38	±10.67	±19.43	±9.38	±5.10	±7.86	±16.93	±15.63	±7.86	±12.88
8	57.89	65.63	76.56	64.06	73.44	57.81	64.06	73.44	67.19	65.63
	±8.84	±11.97	±13.86	±9.38	±5.98	±12.88	±10.67	±7.86	±8.07	±12.88
11	59.21	68.75	79.69	67.19	73.44	64.06	67.19	73.44	70.31	71.88
	±5.98	±15.31	±11.83	±9.38	±5.98	±11.83	±5.98	±7.86	±8.07	±15.63

**Fuente: Elaboración propia**

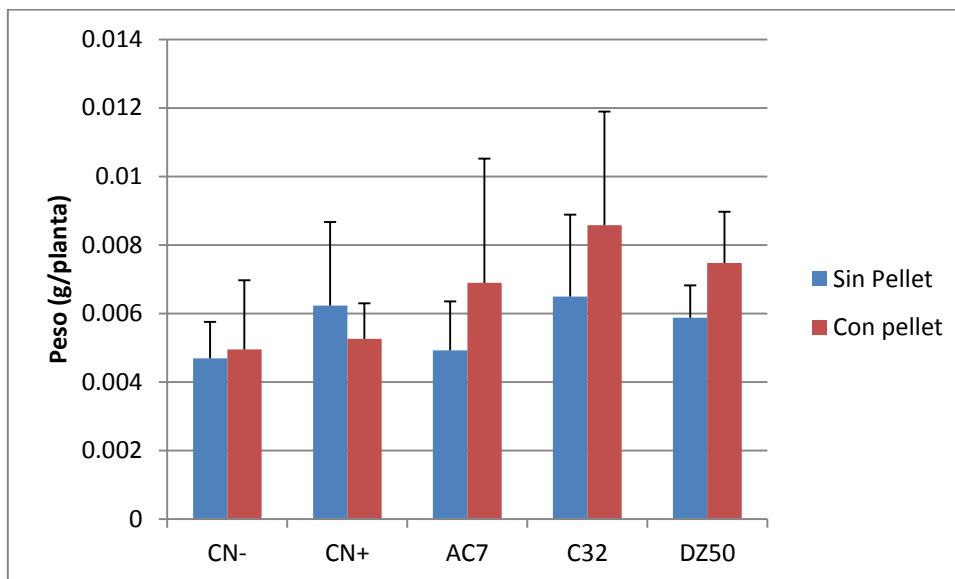
### **B) Pesos secos**

Se midieron los pesos secos de la raíz y la parte aérea de las plantas de maca luego de 35 días de desarrollo en invernadero en donde el peso seco de los órganos aéreos fueron parejos para todos los tratamientos como se muestra en la Figura 15, por otro lado los pesos de las raíces fueron superiores para todos los tratamiento peletizados a excepción del control positivo (CN+), el tratamiento con mayor peso seco fue el peletizado con la cepa C32 siendo mayor en un 24.3% mayor al tratamiento sólo inoculado con C32 y un 42.24% mayor al tratamiento peletizado sin inocular como se aprecia en la Figura 16.



**Figura 15: Peso seco la parte aérea/ planta de maca de 35 días de desarrollo en invernadero.**

**Fuente: Elaboración propia**



**Figura 16: Peso seco de raíz/planta de maca desarrollada 35 días a nivel de invernadero.**

**Fuente: Elaboración propia**

Con respecto al peso seco de la raíz, la prueba de comparaciones múltiples de Mínima Diferencia Significativa (LSD) mostró que el único tratamiento con diferencias significativas sobre los controles fue el peletizado con la cepa C32. Esta diferencia marcada de pesos en la raíz que no se aprecia al momento de medir el peso de la parte

aérea tanto en los tratamientos peletizados como los que están sin peletizar puede indicarnos que la acción de los inoculantes se concentra en la raíz.

Tanto los pesos secos de las plántulas a nivel in vitro como los pesos secos de las raíces de los ensayos en invernadero se pudo apreciar que los mejores tratamientos fueron los peletizados con las cepas C32 y DZ50 correspondientes a *Pseudomonas trivialis* y *Rhizobium massiliae* respectivamente, ambas conocidas promotoras de crecimiento vegetal siendo la primera una gran solubilizadora de fosfato, acción herbicida, tolerante al estrés por sequedad y temperatura, y la segunda promoviendo el crecimiento por medio de la fijación de nitrógeno (Vyas & Gulati, 2009; Mejri et al, 2013; Gulati et al, 2015; Xu et al, 2014; Dadoo et al, 2013).

Se sabe que la *P. trivialis* tiene la capacidad de aumentar el peso de la materia seca de las plantas con las que se inocula. Así también en combinaciones con cepas nodulante de *Rhizobium* se ha visto que aumenta la cantidad y pesos de los nódulos (Egamberdieva et al, 2010).

Gulati et al. en 2015 realizó el secuenciamiento completo de la cepa de *Pseudomonas trivialis* IHBB745 encontrando diversos genes relacionados a la producción de sideróforos, producción de ácido indol acético, tolerancia al estrés, etc; siendo la más destacada la solubilización de fosfatos (Vyas & Gulati, 2009), todas características muy importantes que vuelven a la *P. trivialis* en una promotora de crecimiento vegetal de amplio espectro, esta bacteria suele ser aislada de zonas de condiciones extremas de sequedad y/o bajas temperaturas por lo que la capacidad de tolerar humedades relativas muy bajas, alcalinidad y bajas temperaturas (Gulati et al, 2008; Barros et al, 2013) la vuelve una candidata ideal para la peletización de semillas.

Cepas de *Rhizobium massiliae* han sido aisladas de diversas especies vegetales tanto de sus rizósferas como de sus nódulos, es una especie de amplia distribución y juega un papel importante en la nodulación y la fijación de nitrógeno (Dadoo et al, 2013), juega un papel importante en los rendimientos de cultivos de maíz (Liu et al, 2012;2013) , además se ha detectado la producción por parte de *R. massiliae* de desaminasas, ácido indol acético, sideróforos, alfa amilasas y celulasas (Ghorpade & Gupta, 2016), y se ha visto que induce una respuesta de resistencia contra *Mycosphaerella fijiensis* causante de la sigatoka negra en cultivos de banano (Marcano et al, 2016), por lo cual esta

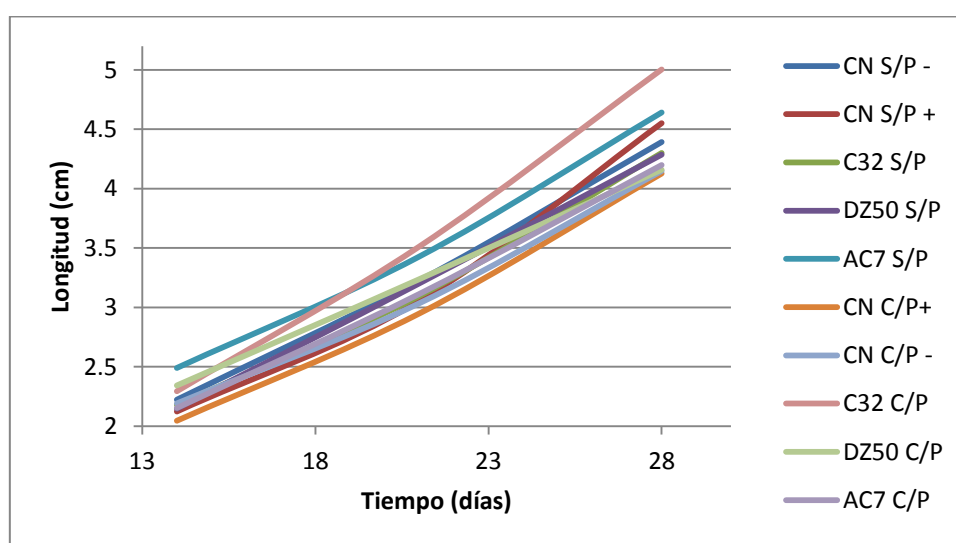


especie es de gran importancia agronómica por los diversos mecanismos que posee para mejorar los rendimientos de diversos cultivos.

### C) Longitud y número de hojas

El tratamiento de peletizado con la cepa C32 (C32 C/P) fue el que obtuvo la mayor longitud de hoja con una longitud promedio de 5.00cm a los 28 días de evaluación (figura 17) una prueba de comparaciones múltiples de Mínima Diferencia Significativa (LSD) mostró que este tratamiento fue superior significativamente a los controles a excepción del control negativo sin peletizar.

Cabe resaltar que la cepa peletizada C32 fue también la que obtuvo un mayor peso seco de raíz y es una promotora de crecimiento vegetal ampliamente estudiada (Vyas & Gulati, 2009; Mejri et al, 2013). Por otro lado el tratamiento con mayor número de hojas fue el tratamiento sin peletizar (S/P) inoculada con la cepa AC7 con un promedio de 4.52 hojas a los 28 días de evaluación (Figura 18).

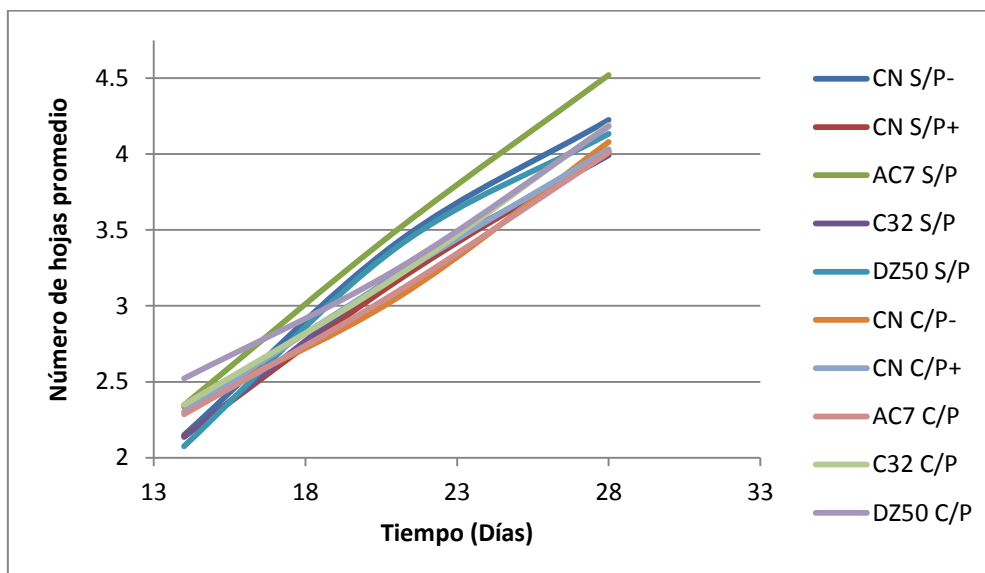


**Figura 17: Longitud (cm) de hojas de maca a través del tiempo. Tratamientos sin peletizar (S/P), tratamiento peletizados (C/P).**

**Fuente: Elaboración propia**

Cabe resaltar que si bien un análisis multifactorial no encontró influencias significativas por parte de los factores inóculo y cubierta en la longitud de hoja durante toda la evaluación, para el número de hojas, se encontró influencia significativa por parte del

factor cubierta a los 21 días de evaluación (P=0026), siendo los tratamientos sin peletizar mayores en promedio a su contraparte peletizada.



**Figura 18. Número de hojas a través del tiempo. Tratamientos sin peletizar (S/P), tratamiento peletizados (C/P).**

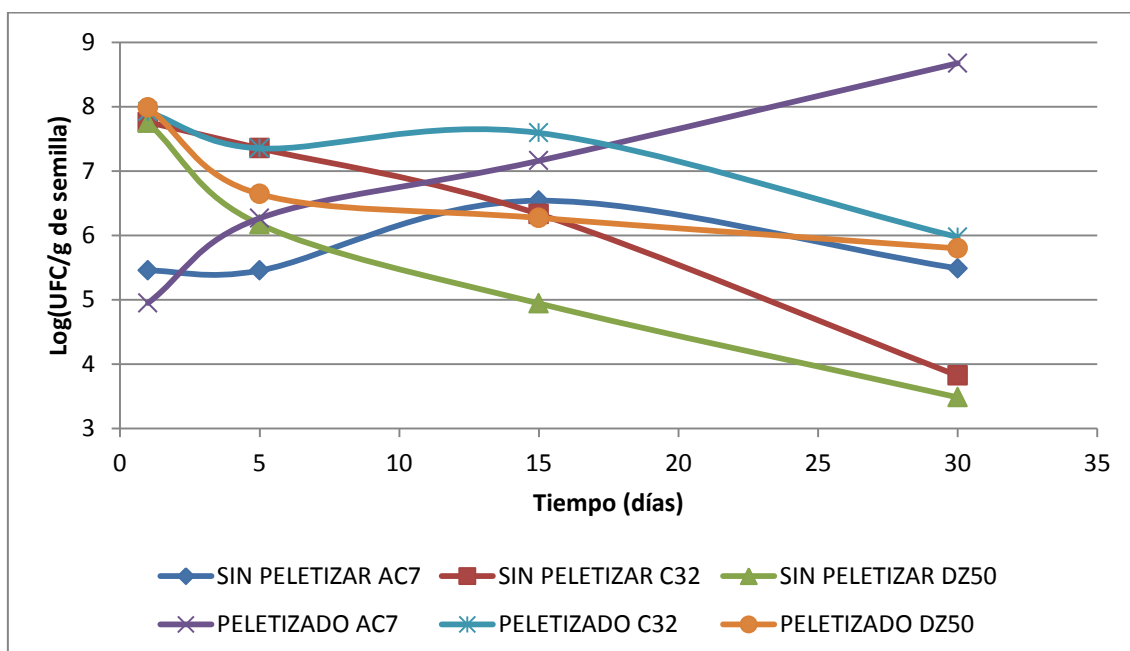
**Fuente: Elaboración propia**

#### 4.3.3. Determinación de células viables en semillas peletizadas y sin peletizar

A través del tiempo se observó como una disminución drástica de la población de los tratamientos sin peletizar con excepción de las semillas inoculadas con AC7 quien presentó primero un crecimiento y luego un disminución atenuada de células viables. Por otro lado los tratamientos peletizados presentaron una disminución atenuada de la población y en el caso de las semillas peletizadas con AC7 la población estuvo en continuo crecimiento hasta el día 30 de evaluación con una población de  $4.72 \times 10^8$  UFC/semilla.

La tendencia general ha sido que las células viables, con excepción de la cepa AC7, disminuyen más rápidamente en semillas sin peletizar que peletizadas debido principalmente a la capacidad protectora y constituyentes del peletizado (Farook et al, 2012; Kloepper & Schroth, 1981) además de la disposición de agua de los mismos que suele perderse más rápidamente en semillas que no han sido cubiertas (Moënné-Loccoz et al, 1999; Grellier et al, 1999). Los patrones de viabilidad de las cepas C32 y DZ50 en

los peletizados corresponden a un comportamiento usual de los géneros *Pseudomonas* y *Rhizobium* que consisten en una pequeña disminución de la población en los primeros 5 a 7 días que luego tiende a una población constante (Moënné-Loccoz et al, 1999; Bashan et al, 2014).



**Figura 19: Log(ufc/g desemilla de maca) a través del tiempo.**  
Fuente: Elaboración propia

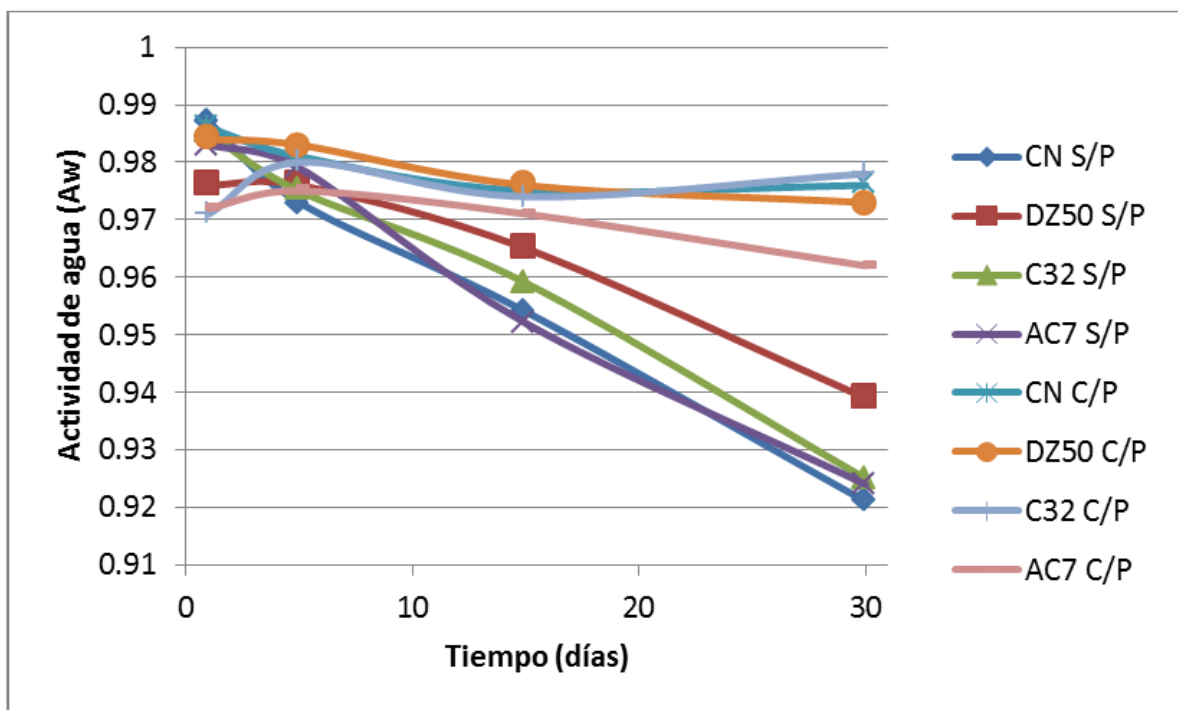
La cepa AC7 asociada a la especie *Streptomyces anulatus* presentó un caso peculiar al evaluar la población en las semillas. En los tratamientos peletizados presentó crecimiento continuo durante toda su evaluación, mientras que en semillas sin peletizar su población se mantuvo constante como se muestra en la Figura 19. Esto podría deberse a la capacidad de esporular del género *Streptomyces* (Whitman et al, 2012) y su habilidad de consumir una amplia variedad de sustratos en el caso de las semillas peletizadas (McCormick & Flärdh, 2012).

#### 4.3.4. Determinación de la actividad de agua ( $A_w$ )

El contenido de agua es un factor muy importante para la conservación de bacterias en semillas peletizadas por lo cual ha sido un parámetro medido en diversos estudios (Moënné-Loccoz et al, 1999; Grellier et al, 1999). La actividad de agua ( $A_w$ ) es la

relación que existe entre la presión de vapor de una sustancia y la presión de vapor de agua en una misma temperatura; es un factor determinante para la conservación o proliferación microbiana (Wolti-Chanes et al, 1997).

Los tratamientos peletizados tuvieron una mayor  $A_w$  en comparación a los tratamientos sin peletizar, esto debido a que los peletizados pueden conservar mayor cantidad de agua en su interior al aumentar el volumen de la semilla y disminuir la relación superficie/volumen (Grellier et al, 1999).



**Figura 20: Actividad de agua ( $A_w$ ) de semillas de maca peletizadas con inóculo e inoculadas sin peletizar a través del tiempo.**

**Fuente: Elaboración propia**

## V. CONCLUSIONES

1. La selección de materiales para poder generar una semilla peletizada con capacidades aumentadas dependerá de la interacción entre el soporte, el adhesivo y el microorganismo inserto en el mismo.
2. Las semillas peletizadas de maca pueden presentar un retraso en la germinación pero obtienen una germinación final mayor o igual en comparación semillas sin peletizar.
3. Las semillas de maca peletizadas con microorganismos presentaron mejores parámetros de peso seco de plántula en ensayos a nivel in vitro, peso seco de raíz en ensayos a nivel de invernadero y germinación en comparación a semillas que sólo fueron inoculadas.
4. La viabilidad de microorganismos fue mayor a través del tiempo en semillas peletizadas en comparación a semillas sólo inoculadas debido a que el peletizado actúa como una cubierta protectora que permite un mayor tiempo de viabilidad a los microorganismos en la semilla.
5. El contenido de agua es un parámetro importante para mantener células viables, en semillas peletizadas hay una mayor actividad de agua a través del tiempo en comparación a semillas sin peletizar debido a que los peletizados cambian la relación superficie/volumen de las semillas y modifican las constantes de transferencia de agua de las mismas.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Realizar ensayos en HPLC para observar producción de metabolitos en los peletizados y compararlos con inoculantes líquidos
- Realizar ensayos con otras cepas PGPR para mostrar su comportamiento en los peletizados
- Realizar ensayo a nivel de campo de los efectos de los peletizados
- Realizar interacciones de microorganismos en los peletizados para poder apreciar alguna acción sinérgica
- Realizar ensayos de envases y condiciones de conservación para maximizar la viabilidad de los microorganismos en semillas peletizadas

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abusuwar, AO; Daur, I. (2015). Effect of seed pelleting with organic manures and Rhizobia on the performance of two alfalfa cultivars grown in saline environment. *Legume Research-An International Journal*, 38(4), 513-518.
2. Abusuwar, AO; Eldin, AK. (2013). Effect of seed pelleting and water regime on the performance of some forage species under arid conditions. *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environment Science*, 13(5), 728-734.
3. Acuña, H; Herrera, A; Gajardo, P. (1987). Efecto de la inoculación y peletización de semillas en el establecimiento y nodulación de tréboles. *Agricultura técnica*. 47 (1), 51-56.
4. Aliaga, R. (2004). La maca. (*Lepidium meyenii*). In: Seminario, J. (ed.) Raíces Andinas-Contribuciones al conocimiento y a la capacitación. 361-366.
5. Alikhani, HA; Saleh-Rastin, N; Antoun, H. (2006). Phosphate solubilization activity of rhizobia native to Iranian soils. *Plant and Soil*. 287, 35-41.
6. Aly, MM; EL Sayed, HEA; Jastaniah, SD. (2012). Synergistic effect between *Azotobacter vinelandii* and *Streptomyces* sp. isolated from saline soil on seed germination and growth of wheat plant. *Journal of American Science*. 8(5), 667-676.
7. Barka, EA; Belarbi, A; Hachet, C; Nowak, J; Audran, JC. (2000). Enhancement of in vitro growth and resistance to gray mould of *Vitis vinifera* co-cultured with plant growth-promoting rhizobacteria. *FEMS Microbiology Letters*, 186(1), 91-95.
8. Barros, J; Becerra, J; González, C; Martínez, M. (2013). Antibacterial metabolites synthesized by psychrotrophic bacteria isolated from cold-freshwater environments. *Folia microbiologica*, 58(2): 127-133.
9. Bashan, Y; De-Bashan, LE; Prabhu, SR; Hernandez, JP. (2014). Advances in plant growth-promoting bacterial inoculant technology: formulations and practical perspectives (1998–2013). *Plant and Soil*, 378(1-2), 1-33.

10. Bennett, G; Lloyd, J. (2015). Seed inoculation, coating and precision pelleting: science technology and practical applications. CRC Press Taylor & Francis Group. Boca Raton, FL, USA. pp: 09-14.
11. Besoain, E. (1985). Mineralogía de arcillas de suelos (No. 60). Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. pp: 53-65.
12. Beuchat, LR; Komitopoulou, E; Beckers, H; Betts, RP; Bourdichon, F; Fanning, S; Han, J; Ter-Kuile, BH. (2013). Low–water activity foods: increased concern as vehicles of foodborne pathogens. *Journal of Food Protection®*, 76(1), 150-172.
13. Brako, L; Zarucchi, JL. (1993). MO: Missouri Botanical Garden: Catalogue of the flowering plants and gymnosperms of Peru. *Monographs in Systematic Botany*. 45, 1–1286.
14. Bric, JM; Bostock, RM; Silverstone, SE. (1991). Rapid in situ assay for indoleacetic acid production by bacteria immobilized on a nitrocellulose membrane. *Applied and Environmental Microbiology*, 57(2), 535-538.
15. Caldeira, CM; De Carvalho, MLM; Guimarães, RM; Coelho, SVB. (2014). Physiological priming and pelleting of tobacco seeds. *Seed Science and Technology*, 42(2), 180-189.
16. Calvo, P; Reymundo, L; Zúñiga, D. (2008). Estudio de las poblaciones microbianas de la rizósfera del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en zonas altoandinas. *Ecología Aplicada*. 7, 1-2.
17. Calvo, P; Zúñiga, D. (2010). Caracterización fisiológica de cepas de *Bacillus* spp. Aisladas de la rizósfera de papa. *Ecología Aplicada*. 9(1), 31-39.
18. Campos, D; Chirinos, R; Barreto, O; Noratto, G; Pedreschi, R. (2013). Optimized methodology for the simultaneous extraction of glucosinolates, phenolic compounds and antioxidant capacity from maca (*Lepidium meyenii*). *Industrial Crops and Products*. 49, 747-754.
19. Chacón, G. (1990). La maca (*Lepidium peruvianum* Chacón sp. nov.) y su hábitat. *Revista Peruana de Biología*. 3(2), 171.
20. Choi, O; Hyeon K., S; Kim, J. (2014). Powder coating formulations with *Pseudomonas fluorescens* M45 enhance the emergence rate and healthy stand



- establishment of sesame in disease-conducive soil. *J. of Agriculture & Life Science*. 48(5), 27-33
21. Clavijo, C; Chipana, V; Centeno, J; Zúñiga, D; Guillén, C. (2012). Aislamiento, caracterización e identificación de bacterias diazotróficas de la rizósfera del cultivo de *Olea europea* “OLIVO” en Tacna Perú. *Ecología Aplicada*. 11(2).
  22. Clément, C; Diaz-Grados, D; Avula, B; Khan, I; Mayer, A; Ponce Aguirre, D; Kreuzer, M. (2010). Influence of colour type and previous cultivation on secondary metabolites in hypocotyls and leaves of maca (*Lepidium meyenii* Walpers). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(5), 861-869.
  23. Copeland, LO; McDonald, M. (2001). Principles of seed science and technology. Springer Science & Business Media. 4th ed. pp, 118-143.
  24. Córdova-Ruiz, M. (2011). Effect of maca (*Lepidium meyenii* Walp.) in cognitive functions in an experimental animal model. *Neuroimmunomodulation*. 18 (6), 369.
  25. Couillerot, O; Loqman, S; Toribio, A; Hubert, J; Gandner, L; Nuzillard, J; Ouhdouch, Y; Clement, C; Ait-barka, E; Renault, J. (2014). Purification of antibiotics from biocontrol agent *Streptomyces anulatus* S37 by centrifugal partition chromatography. *Journal of Chromatography B*. 944, 30-34.
  26. Couillerot, O; Vatsa, P; Loqman, S; Ouhdouch, Y; Jane, H; Renault, J; Clement, C; Ait-Barka, E. (2013). Biocontrol and biofertilizer activities of *Streptomyces anulatus* S37: an endophytic actinomycete with biocontrol and plant-growth promoting activities. *Biological Control of Fungal and Bacterial Plant Pathogens*. 86, 271-276.
  27. Cuentas, R; de la Cruz, L; Hernández, G; Mateo, I; Castañeda, C; Ibáñez, L; Ramos, E. (2008). Evaluación del efecto antioxidante de hojas de *Lepidium peruvianum* Chacón, “maca”. *Horizonte Médico*, 8(1), 45-55.
  28. Cui, HW; Zhang, H; Ma, WK. (2012b). Preparation of self-heating tobacco seed pellets and their germination under cool conditions. *Seed Science and Technology*, 40(1), 118-122.
  29. Cui, H; Ma, W; Guan, Y; Li, Y; Zheng, Y; Hu, J. (2012a). “Intelligent” seed pellets may improve chilling tolerance in tobacco. *Frontiers in Life Science*, 6(3-4), 87-95.

30. Dadook, M; Mehrabian, S; Irian, S. (2013). Identification of ten N<sub>2</sub>-fixing bacteria using 16S rRNA and their response to various zinc concentrations. *International Journal of Cellular & Molecular Biotechnology*. 2013, 1-8.
31. Daniels, J. (2014). Method of improving plant growth by seed treatment. U.S. Patent No. 8, 901, 034. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
32. De Sousa, PGF; Vieira, HD; Amorim, MM; Acha, AJ. (2016). Coating with fungicide and different doses of fertilizer in vinhatico seeds. *African Journal of Biotechnology*. 15(38), 2091-2097.
33. Deaker, R; Roughley, RJ; Kennedy, IR. (2004). Legume seed inoculation technology—a review. *Soil Biology and Biochemistry*. 36(8), 1275-1288.
34. Díaz-Álvarez, M. (2004). Influencia de las propiedades físicas de las semillas en los parámetros de trabajo del peletizador de tambor rotativo. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. 13(1), 9-14.
35. Dostert, N; Roque, J; Brokamp, G; Cano, A; La Torre, MI; Weigend, M; Flores, D. (2009). Siete especies de plantas vasculares de importancia económica en el Perú: Fichas botánicas. Repositorio Institucional del Ministerio de Ambiente.
36. Duran, D; Rey, L; Mayo, J; Zúñiga, D; Imperial, J; Ruiz, T; Martinez, E; Ormeño, E. (2014). *Bradyrhizobium paxllaeri* sp. nov. and *Bradyrhizobium icense* sp. nov., nitrogen-fixing rhizobial symbionts of Lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) in Peru. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 64, 2072-2078.
37. Durrant, MJ; Loads, AH. (1986). The effect of pellet structure on the germination and emergence of sugar-beet seed. *Seed Science and Technology*. 14(2): 343-354.
38. Egamberdieva, D; Berg, G; Lindström, K; Räsänen, LA. (2010). Co-inoculation of *Pseudomonas* spp. with *Rhizobium* improves growth and symbiotic performance of fodder galega (*Galega orientalis* Lam.). *European Journal of Soil Biology*. 46(3): 269-272.
39. Fahey, J; Zalcmann, A; Talalay, P. (2001). The chemical diversity and distribution of glucosinolates and isothiocyanates among plants. *Phytochemistry*. 56, 5–51.

40. Farooq, M; Wahid, A; Siddique, K. (2012). Micronutrient application through seed treatments-a review. *Journal of Soil Science and Nutrition*. 12 (1), 125-142.
41. Flores, HE; Walker, TS; Guimarães, RL; Bais, HP; Vivanco, JM. (2003). Andean root and tuber crops: Underground rainbows. *HortScience*. 38(2), 161-167.
42. García, J. (2014). Recubrimiento de semillas de especie forrajera: *Zacate Buffel cenchrusciliaris* L. var. común utilizando bioreguladores. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria. Coahuila, Mexico.
43. Geetha, R; Krishnasamy, V. (2011). Effect of seed pelleting with nutrients in blow buffel (*Cenchrus glaucus*) cv. CO 1. *Agricultural Science Digest*, 31(3).
44. Geetha, VV; Balamurugan, P. (2011). Organic seed pelleting in mustard. *Research Journal of Seed Science*. 4(3), 174-180.
45. Ghorpade, VM; Gupta, SG. (2016). Characterization of Rhizobium strain isolated from the roots of *Aeschynomene americana*. *Asian Journal of Multidisciplinary Studies*. 4(7).
46. Giaouris, E; Chorianopoulos, N; Nychas, GJ. (2005). Effect of temperature, pH, and water activity on biofilm formation by *Salmonella enterica* Enteritidis PT4 on stainless steel surfaces as indicated by the bead vortexing method and conductance measurements. *Journal of Food Protection®*. 68(10), 2149-2154.
47. Glick, BR. 1995. The enhancement of plant growth by free living bacteria. *Canadian Journal of Microbiology*. 41(2): 109-117.
48. Gonzales, C; Rubio, J; Gasco, M; Nieto, J; Yucra, S; Gonzales, G. (2006). Effect of short-term and long-term treatments with three ecotypes of *Lepidium meyenii* (MACA) on spermatogenesis in rats. *Journal of Ethnopharmacology*. 103(3), 448-454.
49. Gonzales, GF; Cordova, A; Gonzales, C; Chung, A; Vega, K; Villena, A. (2001). *Lepidium meyenii* (maca) improved semen parameters in adult men. *Asian Journal of Andrology*, 3, 301–304.
50. Gonzales, GF; Cordova, A; Vega, K; Chung, A; Villena, A; Góñez, C; Castillo, S. (2002). Effect of *Lepidium meyenii* (MACA) on sexual desire and its absent relationship with serum testosterone levels in adult healthy men. *andrologia*, 34(6), 367-372.

51. Gonzales, GF; Gasco, M; Córdova, A; Chung, A; Rubio, J; Villegas, L. (2004). Effect of *Lepidium meyenii* (maca) on spermatogenesis in male rats acutely exposed to high altitude (4340 m). *Journal of Endocrinology*. 180(1), 87–95
52. Gordon, S; Weber, R. (1951) Colorimetric estimation of indolacetic acid. *Plant Physiology*. 26(1): 192-195.
53. Govinden-Soulange, J; Levantard, M. (2008). Comparative studies of seed priming and pelleting on percentage and meantime to germination of seeds of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *African Journal of Agricultural Research*. 3(10), 725-731.
54. Grellier, P; Riviere, LM; Renault, P. (1999). Transfer and water-retention properties of seed-pelleting materials. *European Journal of Agronomy*. 10(1), 57-65.
55. Guan, Y; Cui, H; Ma, W; Zheng, Y; Tian, Y; Hu, J. (2014). An enhanced drought-tolerant method using SA-Loaded PAMPS polymer materials applied on tobacco pelleted seeds. *The Scientific World Journal*. 34, 11-19.
56. Gulati, A; Kumar, M; Vyas, P; Rahi, P; Thakur, R; Thakur, N; Kumar, A. (2015). Complete genome sequence of rhizobacterium *Pseudomonas trivialis* strain IHBB745 with multiple plant growth-promoting activities and tolerance to desiccation and alkalinity. *Genome Announcement*. 3 (5), 10-15.
57. Gulati, A; Rahi, P; Vyas, P. (2008). Characterization of phosphate-solubilizing fluorescent pseudomonas from the rhizosphere of seabuckthorn growing in the cold deserts of Himalayas. *Current microbiology*. 56(1): 73-79.
58. Hairong, X; Yingbin, Z; Yuanfu, X; Zhuyou, W; Zong, Z. (2010). Storage characteristics of coated rape seeds. *Chin. Agric. Sci. Bull*. 26, 136-139.
59. Halmer, P. (2000). Commercial seed treatment technology. *Seed Technology and Its Biological Basis*. Sheffield Academic Press, Sheffield, England. 257-286.
60. Harveson, RM; Windels, CE; Smith, JA; Brantner, JR; Cattanach, AW; Giles, JF; Hubbell, L; Cattanach, NR. (2007). Fungicide registration and a small niche market: a case history of hymexazol seed treatment and the US sugar beet industry. *Plant disease*. 91(7), 780-790.
61. Hermann, M; Bernet, T. (2009). The transition of maca from neglect to market prominence: Lessons for improving use strategies and market chains of minor

- crops. Agricultural Biodiversity and Livelihoods Discussion Papers 1. Bioversity International, Rome, Italy.
62. Hu, X; Roberts, D; Xie, L; Maul, J; Emche, S; Liao, X; Guo, X; Liu, X; McKenna, L; Buyers, J; Liu, S. (2011). Formulations of the endophytic bacterium *Bacillus subtilis* Tu-100 suppress *Sclerotinia sclerotium* on oilseed rape and improve plant vigor in field trials conducted at separate locations. Canadian Journal of Microbiology. 57, 539-546.
  63. Hu, X; Roberts, D; Xie, L; Maul, J; Yu, C; Li, Y; Zhang, S; Liao, X. (2013). *Bacillus megaterium* A6 suppressed *Sclerotinia sclerotium* on oilseed rape in the field and promotes oilseed rape growth. Crop protection. 52, 151-158.
  64. Hurtado, C. (2013). Capacidad promotora de crecimiento vegetal de actinomicetos aislados de la rizósfera de quinua (*Chenopodium quinoa*) en la comunidad de Ccopachullpa (Ilave-Puno). Tesis de pregrado. Lima, Perú.
  65. Iacomi, C; Popescu, O. (2015). A New concept for seed precision planting. Agriculture and Agricultural Science Procedia. 6, 38-43.
  66. Jacob, SR; Kumar, MA; Varghese, E; Sinha, SN. (2016). Hydrophilic polymer film coat as a micro-container of individual seed facilitates safe storage of tomato seeds. Scientia Horticulturae. 204, 116-122.
  67. Jayashree, MK; Raghavendra, HP; Raghavendra, SM; Nagarajaiah, C. (2013). Effect of seed pelleting on to the germination of forest species in *Tectona grandis* L. Environment and Ecology. 31(3), 1235-1236.
  68. Jerlin, R; Ponnuswamy AS; Prabakar, K; Srinivasan, MR. (2008). Seed pelletization forenhancing seed vigour and storability of chillies Cv. K 1. Madras Agricultural Journal. 95 (7-12) , 486-490
  69. Kamohara, S; Kageyama, M; Sunayama, S; Denpo, K. (2014). Safety and efficacy of a dietary supplement containing functional food ingredients for erectile dysfunction. Personalized Medicine Universe. 3, 38-41.
  70. Khan, AA; Jilani, G; Akhtar, MS; Naqvi, SMS; Rasheed, M. (2009). Phosphorus solubilizing bacteria: occurrence, mechanisms and their role in crop production. Journal of Agricultural and Biological Science. 1(1), 48-58.
  71. Kim, DH; Pavon, MM; Cantliffe, DJ. (2000). Germination of primed, pelleted, and film-coated lettuce seeds before and after storage. Proceedings of the Florida State Horticultural Society. 113, 256-259.

72. Kim, JS; Dungan, RS; Kwon, SW; Weon, HY. (2006). The community composition of root-associated bacteria of the tomato plant. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 22(12): 1267-1273.
73. Kloepper, JW; Schroth, MN. (1981). Development of a powder formulation of rhizobacteria for inoculation of potato seed pieces. *Phytopathology*. 1, 590-592.
74. Kockelmann, A; Tilcher, R; Fischer, U. (2010). Seed production and processing. *Sugar Tech*. 12(3-4), 267-275.
75. Koppalkar, BG; Deshpande, VK. (2010). Effect of seed pelleting on seed quality during storage in niger cv No. 71. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*. 19(2).
76. Lagarda, M; García-Llatas, G; Farré, R. (2006). Analysis of phytosterols in foods. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 41(5), 1486-1496.
77. Lagôa, ADO; Ferreira, AC; Vieira, RD. (2012). Plantability and moisture content of naked and pelleted seeds of supersweet (Sh2) corn during cold storage conditions. *Revista Brasileira de Sementes*. 34(1), 39-46.
78. Lampi, AM; Piironen, V; Toivo, J; Dutta, PC. (2004). Analysis of phytosterols in foods. *Phytosterols as functional food components and nutraceuticals*. 13, 33-73.
79. Laroche, C; Fine, F; Gervais, P. (2005). Water activity affects heat resistance of microorganisms in food powders. *International Journal of Food Microbiology*. 97(3), 307-315.
80. Lee, KJ; Dabrowski, K; Rinchar, J; Gomez, C; Guz, L; Vilchez, C. (2004). Supplementation of maca (*Lepidium meyenii*) tuber meal in diets improves growth rate and survival of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) alevins and juveniles. *Aquaculture Research*. 35(3), 215-223.
81. Lentz A; Gravitt, K; Carson, CC; Marson, L. (2007). Acute and chronic dosing of *Lepidium meyenii* (maca) on male rat sexual behavior. *The Journal of Sexual Medicine*. 4(2), 332-9
82. León J. (1964). The “maca” (*Lepidium meyenii*), a little-known food plant of Peru. *Economic Botany*. 18, 122-127.
83. Leyva, A; Terry AE; Hernández, A. (2005). Microorganismos benéficos como biofertilizantes eficientes para el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill). *Revista Colombiana de Biotecnología*. 7(2), 47-54

84. Li, G; Ammermann, U; Quirós, C. (2001). Glucosinolate contents in maca (*Lepidium peruvianum* Chacon) seeds, sprouts, mature plants and several derived commercial products. *Economic Botany*. 55(2), 255-262.
85. Li, YY; Guan, YJ; Ma, WG; Zheng, YY; Hu, J. (2011). Effects of seed pelleting with magnetic power on tobacco seed germination and seedling growth. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*. 23, 1073-1077.
86. Liu, H; Jin, W; Fu, C; Dai, P; Yu, Y; Huo, Q; Yu, L. (2015). Discovering anti-osteoporosis constituents of maca (*Lepidium meyenii*) by combined virtual screening and activity verification. *Food Research International*. 77, 215-220.
87. Liu, Y; Zuo, S; Xu, L; Zou, Y; Song, W. (2012). Study on diversity of endophytic bacterial communities in seeds of hybrid maize and their parental lines. *Archives of Microbiology*. 194(12), 1001-1012.
88. Liu, Y; Zuo, S; Zou, Y; Wang, J; Song, W. (2013). Investigation on diversity and population succession dynamics of endophytic bacteria from seeds of maize (*Zea mays* L., Nongda108) at different growth stages. *Annals of Microbiology*. 63(1), 71-79.
89. Lowther, WL. (1975). Pelleting materials for oversown clover. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*. 32, 121-125
90. Mandal, AB; Mondal, R; Dutta, PMS. (2015). Seed enhancement through priming, coating and pelleting for uniform crop stand and increase productivity. *Journal of the Andaman Science Association*. 20(1), 26-33.
91. Marcano, IE; Díaz-Alcántara, CA; Seco, V; Urbano, B; González-Andrés, F. (2016). Induced systemic resistance could explain the reduction in the incidence of black sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis*) in banana plants inoculated with bacteria isolated from banana tree roots in the Dominican Republic. In *Biological Nitrogen Fixation and Beneficial Plant-Microbe Interaction*. 40, 155-170.
92. Marín, M. (2003). Histología de la maca, *Lepidium meyenii* Walpers (Brassicaceae). *Revista Peruana de Biología*. 10 (1), 101-108.
93. McCormick, J; Flärdh, K. (2012). Signals and regulators that govern *Streptomyces* development. *FEMS Microbial Reviews*. 36, 206-231.
94. Meissner, H; Mscisz, A; Kedzia, B; Pisulewski, P; Piatkowska, E. (2015). Peruvian maca: Two scientific names *Lepidium Meyenii* Walpers and *Lepidium*

- Peruvianum* Chacon—are they phytochemically-synonymous?. International Journal of Biomedical Science: IJBS. 11(1), 1.
95. Mejri, D; Gamalero, E; Souissi, T. (2013). Formulation development of the deleterious rhizobacterium *Pseudomonas trivialis* X33d for biocontrol of brome (*Bromus diandrus*) in durum wheat. Journal of Applied Microbiology. 114(1): 219-228.
  96. Melnikovova, I; Fait, T; Kolarova, M; Fernandez, EC; Milella, L. (2015). Effect of *Lepidium meyenii* Walp. on semen parameters and serum hormone levels in healthy adult men: A double-blind, randomized, placebo-controlled pilot study. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 2015, 1-6.
  97. Moëgne-Loccoz, Y; Naughton, M; Higgins, P; Powell, J; O'Connor, B; O'Gara, F. (1999). Effect of inoculum preparation and formulation on survival and biocontrol efficacy of *Pseudomonas fluorescens* F113. Journal of Applied Microbiology. 86, 108:116
  98. Mugnier, J; Jung, G. (1985). Survival of bacteria and fungi in relation to water activity and the solvent properties of water in biopolymer gels. Applied and Environmental Microbiology. 50(1), 108-114.
  99. Müller, H; Berg, G. (2008). Impact of formulation procedures on the effect of the biocontrol agent *Serratia plymuthica* HRO-C48 on *Verticillium wilt* in oilseed rape. BioControl. 53(6), 905-916.
  100. Naik, PR; Sakthivel, N. (2006). Functional characterization of a novel hydrocarbon classic *Pseudomona* sp. strain PUP6 with plant-growth-promoting traits and antifungal potential. Research in Microbiology. 157: 538-546.
  101. Nain, L; Yadav, RC; Saxen A, J. (2012). Characterization of multifaceted *Bacillus* sp. RM-2 for its use as plant growth promoting bioinoculant for crops grown in semi arid deserts. Applied Soil Ecology. 59, 124-135.
  102. Narayanan, GS; Prakash, M; Reka, M. (2015). Influence of seed hardening treatments on growth, gas exchange and yield parameters in black gram under drought condition. Legume Research-An International Journal. 39 (2), 248-255.
  103. Nguyen, C; Yan, W; Tacon, F; Lapeyrie, F. (1992). Genetic variability of phosphate solubilizing activity by monocaryotic and dicaryotic mycelia of the



- ectomycorrhizal fungus *Laccaria bicolor* (Maire) PD Orton. *Plant and Soil*. 143(2): 193-199.
104. Notten, MJ; Geraats, B; Nabben, RHM; Van Den Berg, J; Andersch, W. (2015). Safeguarding seed safety of treated sedes. U.S. Patent No. 9,049,813. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
  105. O'Callaghan, M. (2016). Microbial inoculation of seed for improved crop performance: issues and opportunities. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 100, 5729–5746.
  106. Obregón, L. (1998). Maca. Planta medicinal y nutritiva del Perú. Instituto de Fitoterapia Americano, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, 182.
  107. Ogata, K., Zúñiga, D. (2008). Estudio de la microflor de la rizósfera de *Caesalpinia spinosa* en la provincia de Huanuco. *Zonas Áridas*. 12(1).
  108. Ortiz, C. (2013). Efecto de las bacterias psicrótrofas con capacidad PGPR y su uso como potenciales cepas bioremediadoras en la germinación y desarrollo de trébol rojo en presencia de metales pesados. Universidad Nacional Agraria La Molina. Tesis de pre-grado. Lima-Perú.
  109. Oswald, A; Calvo, P; Zúñiga, D; Arcos, J. (2010). Evaluating soil rhizobacteria for their ability to enhance plant growth and tuber yield in potato. *Annals of Applied Biology*. 157, 259-271.
  110. Pansu, M; Gautheryou, J. (2007). *Handbook of soil analysis: mineralogical, organic and inorganic methods*. Springer Science & Business Media. pp 1123-1134.
  111. Whitman, W; Goodfellow, M; Kämpfer, P; Busse, HJ; Trujillo, M; Ludwig, W; Suzuki, KI.(2012). *Bergey's manual of systematic bacteriology Parte, A. Volume 5: The Actinobacteria*. (Eds.). Springer Science & Business Media. pp 687-689.
  112. Patten, CL; Glick, BR. (1996). Bacterial biosynthesis of indole-3-acetic acid. *Canadian Journal of Microbiology*. 42(3), 207-220.
  113. Peske, FB; Novembre, ADL. (2011). Pearl millet seed pelleting. *Revista Brasileira de Sementes*. 33(2), 352-362.

114. Piacente, S; Carbone, V; Plaza, A; Zampelli, A; Pizza, C. (2002). Investigation of the tuber constituents of maca (*Lepidium meyenii* Walp.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50(20), 5621-5625.
115. Prakash, M; Narayanan, GS; Kumar, BS. (2014a). Flyash seed pelleting enhances growth and yield in Bhendi [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench]. *Agricultural Science Digest*. 34(1), 49-51.
116. Prakash, M; Narayanan, GS; Kumar, BS; Kamaraj, A. (2013). Effect of seed hardening and pelleting on seed quality and physiology of rice in aerobic condition. *Agricultural Science Digest*. 33(3), 172-177.
117. Prakash, M; Narayanan, GS; Padmavathi, S; Kumar, BS. (2015). Standardization of flyash for seed pelleting in sesame. *Agricultural Science Digest*. 35(3), 187-190.
118. Prakash, M; Sathiya Narayanan, G; Sunil Kumar, B; Padmavathi, S. (2014b). Effect of fly ash seed pelleting on growth, photosynthesis and yield in rice under aerobic condition. *Indian Journal of Agricultural Research*, 48(6).
119. Priydharsini, P; Gopinath, P; Megala, S; Dhanasekaran, D. (2014). Medium optimization for herbicidal compound production from *Streptomyces anulatus* using response Surface methodology. *Journal Scientific Transaction in Enviroment and Technovation*. 8(1), 20-26.
120. Rafi, H; Dawar, S. (2015). Role of pellets and capsules of *Acacia nilotica* and *Sapindus mukorossi* in combination of seed bio-priming with microbial antagonists in the supression of root infecting pathogenic fungi and promotion of crop plants. *Journal of Plant Pathology & Microbiology*. 2015(3), 1-4.
121. Ramzan, N; Noreen, N; Perveen, Z; Shahzad, S. (2016). Effect of seed pelleting with biocontrol agents on growth and colonisation of roots of mungbean by root-infecting fungi. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 96, 3694–3700.
122. Richardson, AE. (2001). Prospects for using soil microorganisms to improve the acquisition of phosphorus by plants. *Functional Plant Biology*. 28(9), 897-906.
123. Richardson, AE; Simpson, RJ. (2011). Soil microorganisms mediating phosphorus availability update on microbial phosphorus. *Plant Physiology*. 156(3), 989-996.

124. Richardson, AE; Barea, JM; McNeill, AM; Prigent-Combaret, C. (2009). Acquisition of phosphorus and nitrogen in the rhizosphere and plant growth promotion by microorganisms. *Plant and Soil*. 321(1-2), 305-339.
125. Ryu, CM; Kim, J; Choi, O; Kim, SH; Park, CS. (2006). Improvement of biological control capacity of *Paenibacillus polymyxa* E681 by seed pelleting on sesame. *Biological Control*. 39(3), 282-289.
126. Sachs, M; Cantliffe, DJ; Nell, TA. (1981). Germination studies of clay-coated sweet pepper seeds. *Journal-American Society for Horticultural Science*. 106, 385-389
127. Saïdi, S; Ramirez-Bahena, M; Santillana, N; Zúñiga, D; Alvarez-Martinez, E; Peix, A; Mhamdi, R; Velazquez, E. (2014). *Rhizobium laguerreae* sp. nov. nodulates *Vicia faba* on several continents. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 64, 242-247.
128. Sanchez, PL; Chen, MK; Pessaraki, M; Hill, HJ; Gore, MA; Jenks, M. A. (2014). Effects of temperature and salinity on germination of non-pelleted and pelleted guayule (*Parthenium argentatum* A. Gray) seeds. *Industrial Crops and Products*. 55, 90-96.
129. Sandoval, M; Okuhama, NN; Angeles, FM; Melchor, VV; Condezo, LA; Lao, J; Miller, MJ. (2002). Antioxidant activity of the cruciferous vegetable Maca (*Lepidium meyenii*). *Food Chemistry*, 79(2), 207-213.
130. Saxena, J; Jha, A. (2014). Impact of a phosphate solubilizing bacterium and an arbuscular mycorrhizal fungus (*Glomus etunicatum*) on growth, yield and P concentration in wheat plants. *CLEAN–Soil, Air, Water*. 42(9), 1248-1252.
131. Scott, JM. (1989). Seed coatings and treatments and their effects on plant establishment. *Advances in Agronomy*. 42: 43-83.
132. Shahare, RS; Parate, RL; Dhanole, JS. (2010). Efficacy Of *Rhizobium japonicum* inoculation and pelleting at different temperature on growth parameters of soybean. *Journal of Plant Disease Sciences*. 5(1), 113-114.
133. Shah-Smith, D; Burns, R. (1997). Shelf-life of a biocontrol *Pseudomonas putida* applied to sugar beet seeds using commercial coatings. *Biocontrol Science & Technology*. 7, 65–74

134. Sharma, K; Singh, U; Sharma, P; Kumar, A; Sharma, L. (2015). Seed treatments for sustainable agriculture-A review. *Journal of Applied and Natural Science*. 7(1), 521-539.
135. Shivran, AC; Shekhawat, KS; Sastry, EVD; Rajput, SS. (2013). Effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) coated bioformulations on fenugreek. *Int. J. Seed Spices*. 3(1), 16-19.
136. Sifuentes, G; León, S; Paucar, LM. (2015). Estudio de la maca (*Lepidium meyenii* Walp.): cultivo andino con propiedades terapéuticas. *Scientia Agropecuaria* 6(2), 131-140.
137. SIICEX (Sistema Integrado de Información de Comercio Exterior). (2017). Reporte de producto: Exportación del producto maca según sus principales mercados en Kg 2011-2016. Consultado 06 de Enero de 2017.
138. Sikhao, P; Taylor, AG; Marino, ET; Catranis, CM; Siri, B. (2015). Development of seed agglomeration technology using lettuce and tomato as model vegetable crop seeds. *Scientia Horticulturae*. 184, 85-92.
139. Someya, N; Tsuchiya, K; Yoshida, T; Noguchi, MT; Sawada, H. (2007). Encapsulation of cabbage seeds in alginate polymer containing the biocontrol bacterium *Pseudomonas fluorescens* strain LRB3W1 for the control of cabbage soilborne diseases. *Seed Science and Technology*. 35(2), 371-379.
140. Srimathi, P; Mariappan, N; Sundaramoorthy, L; Paramathma, M. (2013). Effect of organic seed pelleting on seed storability and quality seedling production in biofuel tree species. *Journal of Horticulture and Forestry*. 5(5), 68-73.
141. Stone, M; Ibarra, A; Roller, M; Zangara, A; Stevenson, E. (2009). A pilot investigation into the effect of maca supplementation on physical activity and sexual desire in sportsmen. *Journal of Ethnopharmacology*. 126(3), 574-576.
142. Suma, N; Srimathi, P; Roopa, VM. (2014). Influence of Biofertilizer pelleting on seed and seedling quality characteristics of *Sesamum indicum*. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 3(6), 591-594.
143. Suma, N; Srimathi, P; Sumathi, S. (2010). Influence of nutrient pelleting on seed quality of sesame (*Sesamum indicum* L.). *Madras Agricultural Journal*. 97(1-3), 23-24.

144. Talalay, P; Zhang, Y. (1996). Chemoprotection against cancer by isothiocyanates and glucosinolates. *Biochemical Society Transactions*. 24(3), 806-810.
145. Tariq, M; Dawar, S. (2012). Periodic effect of cowpea and mung bean pelleted seeds with *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh parts powder and their contribution in the control of root knot nematode. *Pakistan Journal of Botany*. 44(6), 2123-2128.
146. Tellez, M; Khan, I; Kobaisy, M; Schrader, K; Dayan, F; Osbrink, W. (2002). Composition of the essential oil of *Lepidium meyenii* (Walp.). *Phytochemistry*. 61(2). 149-155.
147. Tello, J; Hermann, M; Calderón, A. (1992). La maca (*Lepidium meyenii* WALP): cultivo alimenticio potencial para las zonas altoandinas. *Botánica Lima*, 14(81). 59-66.
148. Thrall, PH; Millsom, DA; Jeavons, AC; Waayers, M; Harvey, GR; Bagnall, DJ; Brockwell, J. (2005). Seed inoculation with effective root-nodule bacteria enhances revegetation success. *Journal of Applied Ecology*. 42(4), 740-751.
149. Tovar, O. 2001. Plantas medicinales del valle del Mantaro. Publicación CONCYTEC. Lima 144 pp.
150. Valentova, K; Buckiova, D; Křen, V; Pěkníková, J; Ulrichová, J; Šimánek, V. (2006). The in vitro biological activity of *Lepidium meyenii* extracts. *Cell Biology and Toxicology*. 22(2), 91-99.
151. Valero, A; Pérez-Rodríguez, F; Carrasco, E; Fuentes-Alventos, AJM; García-Gimeno, RM; Zurera, G. (2009). Modelling the growth boundaries of *Staphylococcus aureus*: Effect of temperature, pH and water activity. *International Journal of Food Microbiology*. 133(1), 186-194.
152. Van Loon, LC. (2007). Plant responses to plant growth-promoting rhizobacteria. *European Journal of Plant Pathology*. 119(3), 243-254.
153. Vasudevan, S; Dangi, S. (2013). Effect of seed pelleting with chemicals and bioagents on storage of sesame seeds (*Sesamum indicum* L.). *BIOINFOLET-A Quarterly Journal of Life Sciences*. 10(1a), 132-138.
154. Vecera, R; Orolin, J; Skottová, N; Kazdová, L; Oliyarnik, O; Ulrichová, J; Šimánek, V. (2007). The influence of maca (*Lepidium meyenii*) on antioxidant

- status, lipid and glucose metabolism in rat. *Plant Foods for Human Nutrition*. 62(2), 59-63.
155. Vesterlund, S; Salminen, K; Salminen, S. (2012). Water activity in dry foods containing live probiotic bacteria should be carefully considered: a case study with *Lactobacillus rhamnosus* GG in flaxseed. *International Journal of Food Microbiology*. 157(2), 319-321.
  156. Vincent, J. (1970). A manual for the practical study of root nodule bacteria, in *IBP Handbook N° 15*, Blackwell Scientific Publication, Oxford. pp 347-350.
  157. Vyas, P; Gulati, A. (2009). Organic acid production in vitro and plant growth promotion in maize under controlled environment by phosphate-solubilizing fluorescent *Pseudomonas*. *BMC microbiology*. 9(1): 174.
  158. Wang, Y; Wang, Y; McNeil, B; Harvey, LM. (2007). Maca: An Andean crop with multi-pharmacological functions. *Food Research International*. 40(7): 783-792.
  159. Welti-Chanes, J; Vergara, B; Aguilera, J. (1997). Actividad de agua. Concepto y aplicación en alimentos con alto contenido de humedad. *Temas en Tecnología de Alimentos*. 1, 11-43.
  160. Wiyono, S; Schulz, DF; Wolf, GA. (2008). Improvement of the formulation and antagonistic activity of *Pseudomonas fluorescens* B5 through selective additives in the pelleting process. *Biological Control*. 46(3), 348-357.
  161. Xu, L; Zhang, Y; Wang, L; Chen, W; Wei, G. (2014). Diversity of endophytic bacteria associated with nodules of two indigenous legumes at different altitudes of the Qilian Mountains in China. *Systematic and Applied Microbiology*. 37(6),457-465
  162. Yábar, E; Pedreschi, R; Chirinos, R; Campos, D. (2011). Glucosinolate content and myrosinase activity evolution in three maca (*Lepidium meyenii* Walp.) ecotypes during preharvest, harvest and postharvest drying. *Food Chemistry*. 127(4), 1576-1583.
  163. Yu, L; Jin, W. (2004). Study on the nutritional components and the anti-fatigue effects of dry powder of maca (*Lepidium meyenii*.). *Food Science*. 25(2), 164–166

164. Yu, SF; Li, JC; Feng, YH. (2012). Study on the water retention and drought resisting of the pelleted corn seed. *Guangdong Agricultural Sciences*. 16, 004.
165. Zha, S; Zhao, Q; Chen, J; Wang, L; Zhang, G; Zhang, H; Zhao, B. (2014). Extraction, purification and antioxidant activities of the polysaccharides from maca (*Lepidium meyenii*). *Carbohydrate Polymers*. 111, 584-587.
166. Zhang, J; Wang, L; Li, Y; Ding, S; Yuan, H; Riley, I; Li, H. (2015). Biocontrol of cereal cyst nematode by *Streptomyces anulatus* isolate S07. *Australasian Plant Pathology*. 45 (1), 57-64
167. Zhang, Y; Yu, L; Ao, M; Jin, W. (2006). Effect of ethanol extract of *Lepidium meyenii* Walp. on osteoporosis in ovariectomized rat. *Journal of Ethnopharmacology*. 105(1), 274-279.
168. Zhang, Y; Yu, L; Jin, W; Ao, M. (2014). Effect of ethanolic extract of *Lepidium meyenii* Walp on serum hormone levels in ovariectomized rats. *Indian Journal of Pharmacology*. 46(4), 416.
169. Zheng, B; He, K; Kim, C; Rogers, L; Shao, Y; Huang, ZY; Zheng, Q. (2000). Effect of a lipidic extract from *Lepidium meyenii* on sexual behavior in mice and rats. *Urology*. 55(4), 598-602.
170. Zhongqing, X; Qingxiang, H; Junqiang, W. (2011). Studies on the germinating rule of coat-pelleted seed-bud of *Papaver nudicaule*. *Chinese Agricultural Science Bulletin*. 9, 039.
171. Zúñiga, D. (2010). Caracterización y selección de bacterias promotoras de crecimiento en el cultivo orgánico de “maca” (*Lepidium meyenii* Walpers) como herramienta biotecnológica para mejorar su calidad productiva. Informe Técnico Final. Perú Biodiverso, GTZ-CONCYTEC.
172. Zúñiga, D. (2013). Influencia de las bacterias promotoras de crecimiento en el contenido de nutrientes de la quinua, para la seguridad alimentaria en las zonas altoandinas. Informe Técnico Final. Proyecto PROCYT-335-2012-CONCYTEC-OAJ.

## VIII. ANEXOS

### ANEXO 1. Estadística del porcentaje de peletización

#### Análisis de Varianza multifactorial para Porcentaje de peletización - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Soporte	3879.21	2	1939.6	304.85	0.0000
B:Adhesivo	13.9537	2	6.97685	1.10	0.3395
C:Concentración	56.9907	3	18.9969	2.99	0.0366
RESIDUOS	464.466	73	6.36255		
TOTAL (CORREGIDO)	4420.1	80			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

#### Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para Porcentaje de peletización con intervalos de confianza del 95.0%

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
MEDIA GLOBAL	81	93.3912			
Soporte					
AR	27	97.564	0.506473	96.5546	98.5734
CA	27	98.9715	0.506473	97.962	99.9809
VE	27	83.6381	0.506473	82.6287	84.6475
Adhesivo					
AZ	27	92.8264	0.552819	91.7246	93.9282
GE	27	93.8264	0.552819	92.7246	94.9282
GA	27	93.5208	0.525502	92.4735	94.5682
Concentración					
10%	27	92.5185	0.485438	91.551	93.486
25%	27	93.8889	0.485438	92.9214	94.8564
5%	9	92.4259	0.970876	90.491	94.3609
50%	18	94.7315	0.642174	93.4516	96.0113



## ANEXO 2. Estadística de la actividad de agua de soportes y adhesivos

### Análisis de Varianza multifactorial para Actividad de agua - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Soporte	0.0033543	2	0.00167715	100.72	0.0000
B:Adhesivo	0.000316352	2	0.000158176	9.50	0.0002
C:Concentración	0.0000820741	3	0.000027358	1.64	0.1869
RESIDUOS	0.00121556	73	0.0000166514		
TOTAL (CORREGIDO)	0.005064	80			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

### Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para Actividad de agua con intervalos de confianza del 95.0%

			<i>Error</i>	<i>Límite</i>	<i>Límite</i>
<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Est.</i>	<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>
MEDIA GLOBAL	81	0.984167			
Soporte					
AR	27	0.991796	0.000819345	0.990163	0.993429
CA	27	0.976056	0.000819345	0.974423	0.977689
VE	27	0.984648	0.000819345	0.983015	0.986281
Adhesivo					
AZ	27	0.981352	0.00089432	0.979569	0.983134
GE	27	0.985981	0.00089432	0.984199	0.987764
GA	27	0.985167	0.000850129	0.983472	0.986861
Concentración					
10%	27	0.984963	0.000785315	0.983398	0.986528
25%	27	0.983481	0.000785315	0.981916	0.985047
5%	9	0.985778	0.00157063	0.982648	0.988908
50%	18	0.982444	0.00103887	0.980374	0.984515

## ANEXO 3. Estadística para Ensayo de germinación sin inoculante

### Tabla ANOVA para Germinación sin inoculante por Tratamiento

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	352.0	6	58.6667	0.67	0.6752
Intra grupos	1840.0	21	87.619		
Total (Corr.)	2192.0	27			

**Método: 95.0 porcentaje LSD para germinación sin inoculante**

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
CONTROL	4	78.0	X
GA al 25%	4	79.0	X
GA al 10%	4	79.0	X
GA al 5%	4	81.0	X
GE al 25%	4	83.0	X
GE al 50%	4	86.0	X
GE al 10%	4	88.0	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
CONTROL - GE al 10%		-10.0	13.7647
CONTROL - GE al 25%		-5.0	13.7647
CONTROL - GE al 50%		-8.0	13.7647
CONTROL - GA al 10%		-1.0	13.7647
CONTROL - GA al 25%		-1.0	13.7647
CONTROL - GA al 5%		-3.0	13.7647
GE al 10% - GE al 25%		5.0	13.7647
GE al 10% - GE al 50%		2.0	13.7647
GE al 10% - GA al 10%		9.0	13.7647
GE al 10% - GA al 25%		9.0	13.7647
GE al 10% - GA al 5%		7.0	13.7647
GE al 25% - GE al 50%		-3.0	13.7647
GE al 25% - GA al 10%		4.0	13.7647
GE al 25% - GA al 25%		4.0	13.7647
GE al 25% - GA al 5%		2.0	13.7647
GE al 50% - GA al 10%		7.0	13.7647
GE al 50% - GA al 25%		7.0	13.7647
GE al 50% - GA al 5%		5.0	13.7647
GA al 10% - GA al 25%		0.0	13.7647
GA al 10% - GA al 5%		-2.0	13.7647
GA al 25% - GA al 5%		-2.0	13.7647

**\*Indica significancia**

**ANEXO 4. Estadística de la evaluación de la producción de ácidoindol acéticos**

**Tabla ANOVA para Producción de AIA a 13°C por TRATAMIENTO**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	1234.31	8	154.289	252.95	0.0000
Intra grupos	4.26966	7	0.609952		
Total (Corr.)	1238.58	15			

**Tabla ANOVA para Producción de AIA a 22°C por TRATAMIENTO**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	23671.6	8	2958.95	4258.12	0.0000
Intra grupos	4.86427	7	0.694895		
Total (Corr.)	23676.4	15			

**ANEXO 5. Estadística para Solubilización de fosfato****Tabla ANOVA para ES de Bicalcico al día 5 a 13°C por Tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	90238.8	7	12891.3	71.28	0.0000
Intra grupos	2893.54	16	180.846		
Total (Corr.)	93132.3	23			

**Tabla ANOVA para ES de Bicalcico al día 10 a 13°C por Tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	192366.	7	27480.8	85.89	0.0000
Intra grupos	5119.19	16	319.949		
Total (Corr.)	197485.	23			

**ANEXO 6. Estadística de la Germinación a nivel in vitro****Análisis de Varianza para GERMINACIÓN IN VITRO DIA 1 - Suma de Cuadrados Tipo III**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:INOCULO	988.0	3	329.333	3.46	0.0301
B:PELETIZADO	14450.0	1	14450.0	151.81	0.0000
RESIDUOS	2570.0	27	95.1852		
TOTAL (CORREGIDO)	18008.0	31			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

**Pruebas de Múltiple Rangos para GERMINACIÓN IN VITRO DIA 1 por TRATAMIENTO**

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
CN C/P	4	2.0	X
C32 C/P	4	3.0	X

AC7 C/P	4	7.0	X
DZ50 C/P	4	13.0	X
CN S/P	4	35.0	X
C32 S/P	4	53.0	X
AC7 S/P	4	53.0	X
DZ50 S/P	4	54.0	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferenci a</i>	<i>+/- Límites</i>
AC7 C/P - AC7 S/P	*	-46.0	14.1243
AC7 C/P - C32 C/P		4.0	14.1243
AC7 C/P - C32 S/P	*	-46.0	14.1243
AC7 C/P - CN C/P		5.0	14.1243
AC7 C/P - CN S/P	*	-28.0	14.1243
AC7 C/P - DZ50 C/P		-6.0	14.1243
AC7 C/P - DZ50 S/P	*	-47.0	14.1243
AC7 S/P - C32 C/P	*	50.0	14.1243
AC7 S/P - C32 S/P		0.0	14.1243
AC7 S/P - CN C/P	*	51.0	14.1243
AC7 S/P - CN S/P	*	18.0	14.1243
AC7 S/P - DZ50 C/P	*	40.0	14.1243
AC7 S/P - DZ50 S/P		-1.0	14.1243
C32 C/P - C32 S/P	*	-50.0	14.1243
C32 C/P - CN C/P		1.0	14.1243
C32 C/P - CN S/P	*	-32.0	14.1243
C32 C/P - DZ50 C/P		-10.0	14.1243
C32 C/P - DZ50 S/P	*	-51.0	14.1243
C32 S/P - CN C/P	*	51.0	14.1243
C32 S/P - CN S/P	*	18.0	14.1243
C32 S/P - DZ50 C/P	*	40.0	14.1243
C32 S/P - DZ50 S/P		-1.0	14.1243
CN C/P - CN S/P	*	-33.0	14.1243
CN C/P - DZ50 C/P		-11.0	14.1243
CN C/P - DZ50 S/P	*	-52.0	14.1243
CN S/P - DZ50 C/P	*	22.0	14.1243
CN S/P - DZ50 S/P	*	-19.0	14.1243
DZ50 C/P - DZ50 S/P	*	-41.0	14.1243

\* indica una diferencia significativa.

### **Análisis de Varianza para GERMINACIÓN IN VITRO DIA 2 - Suma de Cuadrados Tipo III**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:INOCULO	1108.0	3	369.333	3.70	0.0236
B:PELETIZADO	17672.0	1	17672.0	177.25	0.0000
RESIDUOS	2692.0	27	99.7037		
TOTAL (CORREGIDO)	21472.0	31			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

## Pruebas de Múltiple Rangos para GERMINACIÓN IN VITRO DIA 2 por TRATAMIENTO

Método: 95.0 porcentaje LSD

TRATAMIENTO	Casos	Media	Grupos Homogéneos
C32 C/P	4	3.0	X
CN C/P	4	6.0	XX
AC7 C/P	4	11.0	XX
DZ50 C/P	4	18.0	X
CN S/P	4	45.0	X
C32 S/P	4	55.0	XX
DZ50 S/P	4	60.0	X
AC7 S/P	4	66.0	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
AC7 C/P - AC7 S/P	*	-55.0	14.3981
AC7 C/P - C32 C/P		8.0	14.3981
AC7 C/P - C32 S/P	*	-44.0	14.3981
AC7 C/P - CN C/P		5.0	14.3981
AC7 C/P - CN S/P	*	-34.0	14.3981
AC7 C/P - DZ50 C/P		-7.0	14.3981
AC7 C/P - DZ50 S/P	*	-49.0	14.3981
AC7 S/P - C32 C/P	*	63.0	14.3981
AC7 S/P - C32 S/P		11.0	14.3981
AC7 S/P - CN C/P	*	60.0	14.3981
AC7 S/P - CN S/P	*	21.0	14.3981
AC7 S/P - DZ50 C/P	*	48.0	14.3981
AC7 S/P - DZ50 S/P		6.0	14.3981
C32 C/P - C32 S/P	*	-52.0	14.3981
C32 C/P - CN C/P		-3.0	14.3981
C32 C/P - CN S/P	*	-42.0	14.3981
C32 C/P - DZ50 C/P	*	-15.0	14.3981
C32 C/P - DZ50 S/P	*	-57.0	14.3981
C32 S/P - CN C/P	*	49.0	14.3981
C32 S/P - CN S/P		10.0	14.3981
C32 S/P - DZ50 C/P	*	37.0	14.3981
C32 S/P - DZ50 S/P		-5.0	14.3981
CN C/P - CN S/P	*	-39.0	14.3981
CN C/P - DZ50 C/P		-12.0	14.3981
CN C/P - DZ50 S/P	*	-54.0	14.3981
CN S/P - DZ50 C/P	*	27.0	14.3981
CN S/P - DZ50 S/P	*	-15.0	14.3981
DZ50 C/P - DZ50 S/P	*	-42.0	14.3981

\* indica una diferencia significativa.

### Análisis de Varianza para GERMINACIÓN IN VITRO DIA 4 - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:INOCULO	461.5	3	153.833	0.62	0.6060
B:CUBIERTA	1860.5	1	1860.5	7.54	0.0106
RESIDUOS	6661.5	27	246.722		
TOTAL (CORREGIDO)	8983.5	31			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Método: 95.0 porcentaje LSD

TRATAMIENTO	Casos	Media	Grupos Homogéneos
C32 C/P	4	50.0	X
DZ50 C/P	4	57.0	XX
CN C/P	4	62.0	XX
AC7 C/P	4	69.0	XX
C32 S/P	4	73.0	XX
CN S/P	4	75.0	X
AC7 S/P	4	75.0	X
DZ50 S/P	4	76.0	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
AC7 C/P - AC7 S/P		-6.0	23.705
AC7 C/P - C32 C/P		19.0	23.705
AC7 C/P - C32 S/P		-4.0	23.705
AC7 C/P - CN C/P		7.0	23.705
AC7 C/P - CN S/P		-6.0	23.705
AC7 C/P - DZ50 C/P		12.0	23.705
AC7 C/P - DZ50 S/P		-7.0	23.705
AC7 S/P - C32 C/P	*	25.0	23.705
AC7 S/P - C32 S/P		2.0	23.705
AC7 S/P - CN C/P		13.0	23.705
AC7 S/P - CN S/P		0.0	23.705
AC7 S/P - DZ50 C/P		18.0	23.705
AC7 S/P - DZ50 S/P		-1.0	23.705
C32 C/P - C32 S/P		-23.0	23.705
C32 C/P - CN C/P		-12.0	23.705
C32 C/P - CN S/P	*	-25.0	23.705
C32 C/P - DZ50 C/P		-7.0	23.705
C32 C/P - DZ50 S/P	*	-26.0	23.705
C32 S/P - CN C/P		11.0	23.705
C32 S/P - CN S/P		-2.0	23.705
C32 S/P - DZ50 C/P		16.0	23.705
C32 S/P - DZ50 S/P		-3.0	23.705
CN C/P - CN S/P		-13.0	23.705

CN C/P - DZ50 C/P		5.0	23.705
CN C/P - DZ50 S/P		-14.0	23.705
CN S/P - DZ50 C/P		18.0	23.705
CN S/P - DZ50 S/P		-1.0	23.705
DZ50 C/P - DZ50 S/P		-19.0	23.705

\* indica una diferencia significativa.

### **Análisis de Varianza para GERMINACIÓN IN VITRO DIA 6 - Suma de Cuadrados Tipo III**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:INOCULO	280.0	3	93.3333	0.79	0.5103
B:CUBIERTA	8.0	1	8.0	0.07	0.7967
RESIDUOS	3192.0	27	118.222		
TOTAL (CORREGIDO)	3480.0	31			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

### **Pruebas de Múltiple Rangos para GERMINACIÓN IN VITRO DIA 6 por TRATAMIENTO**

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
CN S/P	4	68.0	X
C32 C/P	4	72.0	X
DZ50 C/P	4	76.0	X
CN C/P	4	78.0	X
C32 S/P	4	78.0	X
DZ50 S/P	4	78.0	X
AC7 S/P	4	80.0	X
AC7 C/P	4	82.0	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AC7 C/P - AC7 S/P		2.0	16.0755
AC7 C/P - C32 C/P		10.0	16.0755
AC7 C/P - C32 S/P		4.0	16.0755
AC7 C/P - CN C/P		4.0	16.0755
AC7 C/P - CN S/P		14.0	16.0755
AC7 C/P - DZ50 C/P		6.0	16.0755
AC7 C/P - DZ50 S/P		4.0	16.0755
AC7 S/P - C32 C/P		8.0	16.0755
AC7 S/P - C32 S/P		2.0	16.0755
AC7 S/P - CN C/P		2.0	16.0755
AC7 S/P - CN S/P		12.0	16.0755
AC7 S/P - DZ50 C/P		4.0	16.0755

AC7 S/P - DZ50 S/P		2.0	16.0755
C32 C/P - C32 S/P		-6.0	16.0755
C32 C/P - CN C/P		-6.0	16.0755
C32 C/P - CN S/P		4.0	16.0755
C32 C/P - DZ50 C/P		-4.0	16.0755
C32 C/P - DZ50 S/P		-6.0	16.0755
C32 S/P - CN C/P		0.0	16.0755
C32 S/P - CN S/P		10.0	16.0755
C32 S/P - DZ50 C/P		2.0	16.0755
C32 S/P - DZ50 S/P		0.0	16.0755
CN C/P - CN S/P		10.0	16.0755
CN C/P - DZ50 C/P		2.0	16.0755
CN C/P - DZ50 S/P		0.0	16.0755
CN S/P - DZ50 C/P		-8.0	16.0755
CN S/P - DZ50 S/P		-10.0	16.0755
DZ50 C/P - DZ50 S/P		-2.0	16.0755

\* indica una diferencia significativa.

## ANEXO 7 Germinación a nivel de invernadero

### Análisis de Varianza para DIA 4 - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:CUBIERTA	2441.41	1	2441.41	22.25	0.0000
B:INOCULO	746.094	4	186.523	1.70	0.1728
RESIDUOS	3730.47	34	109.72		
TOTAL (CORREGIDO)	6917.97	39			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

### Pruebas de Múltiple Rangos para GERMINACIÓN DIA 4 por TRATAMIENTO

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
CN+ C/P	4	15.625	X
CN- C/P	4	23.4375	XX
DZ50 C/P	4	28.125	XXX
C32 C/P	4	34.375	XXX
AC7 C/P	4	35.9375	XXXX
C32 S/P	4	35.9375	XXXX
DZ50 S/P	4	39.0625	XXXX
CN+ S/P	4	42.1875	XXX
AC7 S/P	4	48.4375	XX
CN- S/P	4	50.0	X



<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AC7 C/P - AC7 S/P		-12.5	13.9339
AC7 C/P - C32 C/P		1.5625	13.9339
AC7 C/P - C32 S/P		0.0	13.9339
AC7 C/P - CN+ C/P	*	20.3125	13.9339
AC7 C/P - CN+ S/P		-6.25	13.9339
AC7 C/P - CN- C/P		12.5	13.9339
AC7 C/P - CN- S/P	*	-14.0625	13.9339
AC7 C/P - DZ50 C/P		7.8125	13.9339
AC7 C/P - DZ50 S/P		-3.125	13.9339
AC7 S/P - C32 C/P	*	14.0625	13.9339
AC7 S/P - C32 S/P		12.5	13.9339
AC7 S/P - CN+ C/P	*	32.8125	13.9339
AC7 S/P - CN+ S/P		6.25	13.9339
AC7 S/P - CN- C/P	*	25.0	13.9339
AC7 S/P - CN- S/P		-1.5625	13.9339
AC7 S/P - DZ50 C/P	*	20.3125	13.9339
AC7 S/P - DZ50 S/P		9.375	13.9339
C32 C/P - C32 S/P		-1.5625	13.9339
C32 C/P - CN+ C/P	*	18.75	13.9339
C32 C/P - CN+ S/P		-7.8125	13.9339
C32 C/P - CN- C/P		10.9375	13.9339
C32 C/P - CN- S/P	*	-15.625	13.9339
C32 C/P - DZ50 C/P		6.25	13.9339
C32 C/P - DZ50 S/P		-4.6875	13.9339
C32 S/P - CN+ C/P	*	20.3125	13.9339
C32 S/P - CN+ S/P		-6.25	13.9339
C32 S/P - CN- C/P		12.5	13.9339
C32 S/P - CN- S/P	*	-14.0625	13.9339
C32 S/P - DZ50 C/P		7.8125	13.9339
C32 S/P - DZ50 S/P		-3.125	13.9339
CN+ C/P - CN+ S/P	*	-26.5625	13.9339
CN+ C/P - CN- C/P		-7.8125	13.9339
CN+ C/P - CN- S/P	*	-34.375	13.9339
CN+ C/P - DZ50 C/P		-12.5	13.9339
CN+ C/P - DZ50 S/P	*	-23.4375	13.9339
CN+ S/P - CN- C/P	*	18.75	13.9339
CN+ S/P - CN- S/P		-7.8125	13.9339
CN+ S/P - DZ50 C/P	*	14.0625	13.9339
CN+ S/P - DZ50 S/P		3.125	13.9339
CN- C/P - CN- S/P	*	-26.5625	13.9339
CN- C/P - DZ50 C/P		-4.6875	13.9339
CN- C/P - DZ50 S/P	*	-15.625	13.9339
CN- S/P - DZ50 C/P	*	21.875	13.9339
CN- S/P - DZ50 S/P		10.9375	13.9339
DZ50 C/P - DZ50 S/P		-10.9375	13.9339

\* indica una diferencia significativa.

### Análisis de Varianza para DIA 5 - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:CUBIERTA	562.5	1	562.5	3.68	0.0636
B:INOCULO	1597.66	4	399.414	2.61	0.0525
RESIDUOS	5199.22	34	152.918		
TOTAL (CORREGIDO)	7359.38	39			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

### Pruebas de Múltiple Rangos para GERMINACIÓN DIA 5 por TRATAMIENTO

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
CN- C/P	4	43.75	X
CN+ C/P	4	46.875	X
C32 S/P	4	50.0	XX
DZ50 C/P	4	54.6875	XXX
CN+ S/P	4	57.8125	XXX
C32 C/P	4	57.8125	XXX
CN- S/P	4	60.9375	XXX
DZ50 S/P	4	65.625	XX
AC7 C/P	4	65.625	XX
AC7 S/P	4	71.875	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AC7 C/P - AC7 S/P		-6.25	17.6713
AC7 C/P - C32 C/P		7.8125	17.6713
AC7 C/P - C32 S/P		15.625	17.6713
AC7 C/P - CN+ C/P	*	18.75	17.6713
AC7 C/P - CN+ S/P		7.8125	17.6713
AC7 C/P - CN- C/P	*	21.875	17.6713
AC7 C/P - CN- S/P		4.6875	17.6713
AC7 C/P - DZ50 C/P		10.9375	17.6713
AC7 C/P - DZ50 S/P		0.0	17.6713
AC7 S/P - C32 C/P		14.0625	17.6713
AC7 S/P - C32 S/P	*	21.875	17.6713
AC7 S/P - CN+ C/P	*	25.0	17.6713
AC7 S/P - CN+ S/P		14.0625	17.6713
AC7 S/P - CN- C/P	*	28.125	17.6713
AC7 S/P - CN- S/P		10.9375	17.6713
AC7 S/P - DZ50 C/P		17.1875	17.6713
AC7 S/P - DZ50 S/P		6.25	17.6713
C32 C/P - C32 S/P		7.8125	17.6713
C32 C/P - CN+ C/P		10.9375	17.6713
C32 C/P - CN+ S/P		0.0	17.6713

C32 C/P - CN- C/P		14.0625	17.6713
C32 C/P - CN- S/P		-3.125	17.6713
C32 C/P - DZ50 C/P		3.125	17.6713
C32 C/P - DZ50 S/P		-7.8125	17.6713
C32 S/P - CN+ C/P		3.125	17.6713
C32 S/P - CN+ S/P		-7.8125	17.6713
C32 S/P - CN- C/P		6.25	17.6713
C32 S/P - CN- S/P		-10.9375	17.6713
C32 S/P - DZ50 C/P		-4.6875	17.6713
C32 S/P - DZ50 S/P		-15.625	17.6713
CN+ C/P - CN+ S/P		-10.9375	17.6713
CN+ C/P - CN- C/P		3.125	17.6713
CN+ C/P - CN- S/P		-14.0625	17.6713
CN+ C/P - DZ50 C/P		-7.8125	17.6713
CN+ C/P - DZ50 S/P	*	-18.75	17.6713
CN+ S/P - CN- C/P		14.0625	17.6713
CN+ S/P - CN- S/P		-3.125	17.6713
CN+ S/P - DZ50 C/P		3.125	17.6713
CN+ S/P - DZ50 S/P		-7.8125	17.6713
CN- C/P - CN- S/P		-17.1875	17.6713
CN- C/P - DZ50 C/P		-10.9375	17.6713
CN- C/P - DZ50 S/P	*	-21.875	17.6713
CN- S/P - DZ50 C/P		6.25	17.6713
CN- S/P - DZ50 S/P		-4.6875	17.6713
DZ50 C/P - DZ50 S/P		-10.9375	17.6713

\* indica una diferencia significativa.

### Análisis de Varianza para DIA 6 - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:CUBIERTA	118.164	1	118.164	0.81	0.3738
B:INOCULO	1021.48	4	255.371	1.76	0.1607
RESIDUOS	4945.31	34	145.45		
TOTAL (CORREGIDO)	6084.96	39			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

## Pruebas de Múltiple Rangos para GERMINACIÓN DIA 6 por TRATAMIENTO

Método: 95.0 porcentaje LSD

TRATAMIENTO	Casos	Media	Grupos Homogéneos
C32 S/P	4	54.6875	X
CN- C/P	4	54.6875	X
CN+ C/P	4	56.25	X
C32 C/P	4	60.9375	X
CN+ S/P	4	64.0625	X
CN- S/P	4	67.1875	X
DZ50 C/P	4	67.1875	X
DZ50 S/P	4	68.75	X
AC7 C/P	4	70.3125	X
AC7 S/P	4	71.875	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
AC7 C/P - AC7 S/P		-1.5625	17.7671
AC7 C/P - C32 C/P		9.375	17.7671
AC7 C/P - C32 S/P		15.625	17.7671
AC7 C/P - CN+ C/P		14.0625	17.7671
AC7 C/P - CN+ S/P		6.25	17.7671
AC7 C/P - CN- C/P		15.625	17.7671
AC7 C/P - CN- S/P		3.125	17.7671
AC7 C/P - DZ50 C/P		3.125	17.7671
AC7 C/P - DZ50 S/P		1.5625	17.7671
AC7 S/P - C32 C/P		10.9375	17.7671
AC7 S/P - C32 S/P		17.1875	17.7671
AC7 S/P - CN+ C/P		15.625	17.7671
AC7 S/P - CN+ S/P		7.8125	17.7671
AC7 S/P - CN- C/P		17.1875	17.7671
AC7 S/P - CN- S/P		4.6875	17.7671
AC7 S/P - DZ50 C/P		4.6875	17.7671
AC7 S/P - DZ50 S/P		3.125	17.7671
C32 C/P - C32 S/P		6.25	17.7671
C32 C/P - CN+ C/P		4.6875	17.7671
C32 C/P - CN+ S/P		-3.125	17.7671
C32 C/P - CN- C/P		6.25	17.7671
C32 C/P - CN- S/P		-6.25	17.7671
C32 C/P - DZ50 C/P		-6.25	17.7671
C32 C/P - DZ50 S/P		-7.8125	17.7671
C32 S/P - CN+ C/P		-1.5625	17.7671
C32 S/P - CN+ S/P		-9.375	17.7671
C32 S/P - CN- C/P		0.0	17.7671
C32 S/P - CN- S/P		-12.5	17.7671
C32 S/P - DZ50 C/P		-12.5	17.7671
C32 S/P - DZ50 S/P		-14.0625	17.7671
CN+ C/P - CN+ S/P		-7.8125	17.7671

CN+ C/P - CN- C/P		1.5625	17.7671
CN+ C/P - CN- S/P		-10.9375	17.7671
CN+ C/P - DZ50 C/P		-10.9375	17.7671
CN+ C/P - DZ50 S/P		-12.5	17.7671
CN+ S/P - CN- C/P		9.375	17.7671
CN+ S/P - CN- S/P		-3.125	17.7671
CN+ S/P - DZ50 C/P		-3.125	17.7671
CN+ S/P - DZ50 S/P		-4.6875	17.7671
CN- C/P - CN- S/P		-12.5	17.7671
CN- C/P - DZ50 C/P		-12.5	17.7671
CN- C/P - DZ50 S/P		-14.0625	17.7671
CN- S/P - DZ50 C/P		0.0	17.7671
CN- S/P - DZ50 S/P		-1.5625	17.7671
DZ50 C/P - DZ50 S/P		-1.5625	17.7671

\* indica una diferencia significativa.

### **Análisis de Varianza para DIA 8 - Suma de Cuadrados Tipo III**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:CUBIERTA	165.039	1	165.039	1.60	0.2148
B:INOCULO	767.578	4	191.895	1.86	0.1406
RESIDUOS	3511.72	34	103.286		
TOTAL (CORREGIDO)	4444.34	39			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

### **Pruebas de Múltiple Rangos para GERMINACIÓN DIA 8 por TRATAMIENTO**

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
CN- C/P	4	57.8125	X
CN+ C/P	4	64.0625	XX
C32 S/P	4	64.0625	XX
C32 C/P	4	65.625	XX
CN+ S/P	4	65.625	XX
DZ50 C/P	4	67.1875	XX
CN- S/P	4	68.75	XX
DZ50 S/P	4	73.4375	X
AC7 C/P	4	73.4375	X
AC7 S/P	4	76.5625	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AC7 C/P - AC7 S/P		-3.125	15.2148
AC7 C/P - C32 C/P		7.8125	15.2148
AC7 C/P - C32 S/P		9.375	15.2148
AC7 C/P - CN+ C/P		9.375	15.2148
AC7 C/P - CN+ S/P		7.8125	15.2148
AC7 C/P - CN- C/P	*	15.625	15.2148
AC7 C/P - CN- S/P		4.6875	15.2148
AC7 C/P - DZ50 C/P		6.25	15.2148
AC7 C/P - DZ50 S/P		0.0	15.2148
AC7 S/P - C32 C/P		10.9375	15.2148
AC7 S/P - C32 S/P		12.5	15.2148
AC7 S/P - CN+ C/P		12.5	15.2148
AC7 S/P - CN+ S/P		10.9375	15.2148
AC7 S/P - CN- C/P	*	18.75	15.2148
AC7 S/P - CN- S/P		7.8125	15.2148
AC7 S/P - DZ50 C/P		9.375	15.2148
AC7 S/P - DZ50 S/P		3.125	15.2148
C32 C/P - C32 S/P		1.5625	15.2148
C32 C/P - CN+ C/P		1.5625	15.2148
C32 C/P - CN+ S/P		0.0	15.2148
C32 C/P - CN- C/P		7.8125	15.2148
C32 C/P - CN- S/P		-3.125	15.2148
C32 C/P - DZ50 C/P		-1.5625	15.2148
C32 C/P - DZ50 S/P		-7.8125	15.2148
C32 S/P - CN+ C/P		0.0	15.2148
C32 S/P - CN+ S/P		-1.5625	15.2148
C32 S/P - CN- C/P		6.25	15.2148
C32 S/P - CN- S/P		-4.6875	15.2148
C32 S/P - DZ50 C/P		-3.125	15.2148
C32 S/P - DZ50 S/P		-9.375	15.2148
CN+ C/P - CN+ S/P		-1.5625	15.2148
CN+ C/P - CN- C/P		6.25	15.2148
CN+ C/P - CN- S/P		-4.6875	15.2148
CN+ C/P - DZ50 C/P		-3.125	15.2148
CN+ C/P - DZ50 S/P		-9.375	15.2148
CN+ S/P - CN- C/P		7.8125	15.2148
CN+ S/P - CN- S/P		-3.125	15.2148
CN+ S/P - DZ50 C/P		-1.5625	15.2148
CN+ S/P - DZ50 S/P		-7.8125	15.2148
CN- C/P - CN- S/P		-10.9375	15.2148
CN- C/P - DZ50 C/P		-9.375	15.2148
CN- C/P - DZ50 S/P	*	-15.625	15.2148
CN- S/P - DZ50 C/P		1.5625	15.2148
CN- S/P - DZ50 S/P		-4.6875	15.2148
DZ50 C/P - DZ50		-6.25	15.2148

S/P			
-----	--	--	--

\* indica una diferencia significativa.

### Análisis de Varianza para DIA 11 - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:CUBIERTA	140.625	1	140.625	1.45	0.2361
B:INOCULO	572.266	4	143.066	1.48	0.2300
RESIDUOS	3287.11	34	96.6797		
TOTAL (CORREGIDO)	4000.0	39			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

### Pruebas de Múltiple Rangos para GERMINACIÓN DIA 11 por TRATAMIENTO

Método: 95.0 porcentaje LSD

TRATAMIENTO	Casos	Media	Grupos Homogéneos
CN- C/P	4	64.0625	X
C32 C/P	4	65.625	XX
C32 S/P	4	67.1875	XX
CN+ C/P	4	67.1875	XX
CN+ S/P	4	68.75	XX
CN- S/P	4	70.3125	XX
DZ50 C/P	4	70.3125	XX
DZ50 S/P	4	73.4375	XX
AC7 C/P	4	73.4375	XX
AC7 S/P	4	79.6875	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
AC7 C/P - AC7 S/P		-6.25	15.0127
AC7 C/P - C32 C/P		7.8125	15.0127
AC7 C/P - C32 S/P		6.25	15.0127
AC7 C/P - CN+ C/P		6.25	15.0127
AC7 C/P - CN+ S/P		4.6875	15.0127
AC7 C/P - CN- C/P		9.375	15.0127
AC7 C/P - CN- S/P		3.125	15.0127
AC7 C/P - DZ50 C/P		3.125	15.0127
AC7 C/P - DZ50 S/P		0.0	15.0127
AC7 S/P - C32 C/P		14.0625	15.0127
AC7 S/P - C32 S/P		12.5	15.0127
AC7 S/P - CN+ C/P		12.5	15.0127
AC7 S/P - CN+ S/P		10.9375	15.0127
AC7 S/P - CN- C/P	*	15.625	15.0127
AC7 S/P - CN- S/P		9.375	15.0127

AC7 S/P - DZ50 C/P		9.375	15.0127
AC7 S/P - DZ50 S/P		6.25	15.0127
C32 C/P - C32 S/P		-1.5625	15.0127
C32 C/P - CN+ C/P		-1.5625	15.0127
C32 C/P - CN+ S/P		-3.125	15.0127
C32 C/P - CN- C/P		1.5625	15.0127
C32 C/P - CN- S/P		-4.6875	15.0127
C32 C/P - DZ50 C/P		-4.6875	15.0127
C32 C/P - DZ50 S/P		-7.8125	15.0127
C32 S/P - CN+ C/P		0.0	15.0127
C32 S/P - CN+ S/P		-1.5625	15.0127
C32 S/P - CN- C/P		3.125	15.0127
C32 S/P - CN- S/P		-3.125	15.0127
C32 S/P - DZ50 C/P		-3.125	15.0127
C32 S/P - DZ50 S/P		-6.25	15.0127
CN+ C/P - CN+ S/P		-1.5625	15.0127
CN+ C/P - CN- C/P		3.125	15.0127
CN+ C/P - CN- S/P		-3.125	15.0127
CN+ C/P - DZ50 C/P		-3.125	15.0127
CN+ C/P - DZ50 S/P		-6.25	15.0127
CN+ S/P - CN- C/P		4.6875	15.0127
CN+ S/P - CN- S/P		-1.5625	15.0127
CN+ S/P - DZ50 C/P		-1.5625	15.0127
CN+ S/P - DZ50 S/P		-4.6875	15.0127
CN- C/P - CN- S/P		-6.25	15.0127
CN- C/P - DZ50 C/P		-6.25	15.0127
CN- C/P - DZ50 S/P		-9.375	15.0127
CN- S/P - DZ50 C/P		0.0	15.0127
CN- S/P - DZ50 S/P		-3.125	15.0127
DZ50 C/P - DZ50 S/P		-3.125	15.0127

\* indica una diferencia significativa.

## ANEXO 8 Peso seco a nivel in vitro

### Análisis de Varianza para PESO SECO - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:CUBIERTA	5.90876E-7	1	5.90876E-7	84.91	0.0000
B:INOCULO	2.46402E-7	3	8.21339E-8	11.80	0.0000
RESIDUOS	1.87887E-7	27	6.95878E-9		
TOTAL (CORREGIDO)	0.00000102517	31			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual



**Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para PESO SECO con intervalos de confianza del 95.0%**

			<i>Error</i>	<i>Límite</i>	<i>Límite</i>
<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Est.</i>	<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>
MEDIA GLOBAL	32	0.000572239			
CUBIERTA					
PELETIZADO	16	0.000708125	0.0000208548	0.000665334	0.000750915
SIN PELETIZAR	16	0.000436353	0.0000208548	0.000393563	0.000479144
INOCULO					
AC7	8	0.000481285	0.0000294932	0.00042077	0.0005418
C32	8	0.000707612	0.0000294932	0.000647097	0.000768127
CN	8	0.000509935	0.0000294932	0.00044942	0.000570451
DZ50	8	0.000590123	0.0000294932	0.000529608	0.000650638

**Pruebas de Múltiple Rangos para PESO SECO DE PLÁNTULA IN VITRO por TRATAMIENTO**

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
CN S/P	4	0.000393735	×
AC7 S/P	4	0.000424652	XX
DZ50 S/P	4	0.000451711	XX
C32 S/P	4	0.000475315	XX
AC7 C/P	4	0.000537917	×
CN C/P	4	0.000626135	×
DZ50 C/P	4	0.000728536	×
C32 C/P	4	0.00093991	×

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AC7 C/P - AC7 S/P	*	0.000113264	0.0000730455
AC7 C/P - C32 C/P	*	-0.000401994	0.0000730455
AC7 C/P - C32 S/P		0.0000626022	0.0000730455
AC7 C/P - CN C/P	*	-0.0000882187	0.0000730455
AC7 C/P - CN S/P	*	0.000144181	0.0000730455
AC7 C/P - DZ50 C/P	*	-0.000190619	0.0000730455
AC7 C/P - DZ50 S/P	*	0.0000862057	0.0000730455
AC7 S/P - C32 C/P	*	-0.000515258	0.0000730455
AC7 S/P - C32 S/P		-0.000050662	0.0000730455
AC7 S/P - CN C/P	*	-0.000201483	0.0000730455
AC7 S/P - CN S/P		0.000030917	0.0000730455
AC7 S/P - DZ50 C/P	*	-0.000303883	0.0000730455
AC7 S/P - DZ50 S/P		-0.0000270585	0.0000730455
C32 C/P - C32 S/P	*	0.000464596	0.0000730455
C32 C/P - CN C/P	*	0.000313775	0.0000730455
C32 C/P - CN S/P	*	0.000546175	0.0000730455

C32 C/P - DZ50 C/P	*	0.000211375	0.0000730455
C32 C/P - DZ50 S/P	*	0.000488199	0.0000730455
C32 S/P - CN C/P	*	-0.000150821	0.0000730455
C32 S/P - CN S/P	*	0.000081579	0.0000730455
C32 S/P - DZ50 C/P	*	-0.000253221	0.0000730455
C32 S/P - DZ50 S/P		0.0000236035	0.0000730455
CN C/P - CN S/P	*	0.0002324	0.0000730455
CN C/P - DZ50 C/P	*	-0.0001024	0.0000730455
CN C/P - DZ50 S/P	*	0.000174424	0.0000730455
CN S/P - DZ50 C/P	*	-0.0003348	0.0000730455
CN S/P - DZ50 S/P		-0.0000579755	0.0000730455
DZ50 C/P - DZ50 S/P	*	0.000276825	0.0000730455

\* indica una diferencia significativa.

## ANEXO 9 Peso seco a nivel de invernadero

### Análisis de Varianza para PESO SECO DE LA PARTE AÉREA - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:CEPA	0.0152587	4	0.00381468	1.91	0.1309
B:CUBIERTA	0.00104653	1	0.00104653	0.52	0.4738
RESIDUOS	0.0678198	34	0.0019947		
TOTAL (CORREGIDO)	0.0841251	39			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Método: 95.0 porcentaje LSD

TRATAMIENTOS	Casos	Media	Grupos Homogéneos
CN+ C/P	4	0.15825	X
C32 S/P	4	0.176725	XX
CN- C/P	4	0.1936	XXX
CN+ S/P	4	0.205625	XXX
AC7 S/P	4	0.2199	XX
DZ50 C/P	4	0.224525	XX
C32 C/P	4	0.2346	XX
AC7 C/P	4	0.236	XX
CN- S/P	4	0.2436	X
DZ50 S/P	4	0.252275	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AC7 C/P - AC7 S/P		0.0161	0.0593198
AC7 C/P - C32 C/P		0.0014	0.0593198
AC7 C/P - C32 S/P		0.059275	0.0593198
AC7 C/P - CN+ C/P	*	0.07775	0.0593198
AC7 C/P - CN+ S/P		0.030375	0.0593198
AC7 C/P - CN- C/P		0.0424	0.0593198
AC7 C/P - CN- S/P		-0.0076	0.0593198
AC7 C/P - DZ50 C/P		0.011475	0.0593198
AC7 C/P - DZ50 S/P		-0.016275	0.0593198
AC7 S/P - C32 C/P		-0.0147	0.0593198
AC7 S/P - C32 S/P		0.043175	0.0593198
AC7 S/P - CN+ C/P	*	0.06165	0.0593198
AC7 S/P - CN+ S/P		0.014275	0.0593198
AC7 S/P - CN- C/P		0.0263	0.0593198
AC7 S/P - CN- S/P		-0.0237	0.0593198
AC7 S/P - DZ50 C/P		-0.004625	0.0593198
AC7 S/P - DZ50 S/P		-0.032375	0.0593198
C32 C/P - C32 S/P		0.057875	0.0593198
C32 C/P - CN+ C/P	*	0.07635	0.0593198
C32 C/P - CN+ S/P		0.028975	0.0593198
C32 C/P - CN- C/P		0.041	0.0593198
C32 C/P - CN- S/P		-0.009	0.0593198
C32 C/P - DZ50 C/P		0.010075	0.0593198
C32 C/P - DZ50 S/P		-0.017675	0.0593198
C32 S/P - CN+ C/P		0.018475	0.0593198
C32 S/P - CN+ S/P		-0.0289	0.0593198
C32 S/P - CN- C/P		-0.016875	0.0593198
C32 S/P - CN- S/P	*	-0.066875	0.0593198
C32 S/P - DZ50 C/P		-0.0478	0.0593198
C32 S/P - DZ50 S/P	*	-0.07555	0.0593198
CN+ C/P - CN+ S/P		-0.047375	0.0593198
CN+ C/P - CN- C/P		-0.03535	0.0593198
CN+ C/P - CN- S/P	*	-0.08535	0.0593198
CN+ C/P - DZ50 C/P	*	-0.066275	0.0593198
CN+ C/P - DZ50 S/P	*	-0.094025	0.0593198
CN+ S/P - CN- C/P		0.012025	0.0593198
CN+ S/P - CN- S/P		-0.037975	0.0593198
CN+ S/P - DZ50 C/P		-0.0189	0.0593198
CN+ S/P - DZ50 S/P		-0.04665	0.0593198
CN- C/P - CN- S/P		-0.05	0.0593198
CN- C/P - DZ50 C/P		-0.030925	0.0593198
CN- C/P - DZ50 S/P		-0.058675	0.0593198
CN- S/P - DZ50 C/P		0.019075	0.0593198
CN- S/P - DZ50 S/P		-0.008675	0.0593198
DZ50 C/P - DZ50 S/P		-0.02775	0.0593198

\* indica una diferencia significativa.

### Análisis de Varianza para PESO SECO DE RAÍZ - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:CEPA	0.0000334205	4	0.00000835511	1.83	0.1458
B:CUBIERTA	0.00000980744	1	0.00000980744	2.15	0.1519
RESIDUOS	0.000155231	34	0.00000456562		
TOTAL (CORREGIDO)	0.000198459	39			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

### Pruebas de Múltiple Rangos para PESO SECO DE RAÍZ por TRATAMIENTOS

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>TRATAMIENTOS</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
CN- S/P	4	0.00469444	X
AC7 S/P	4	0.00492405	X
CN- C/P	4	0.00495694	X
CN+ C/P	4	0.00526349	X
DZ50 S/P	4	0.00587528	XX
CN+ S/P	4	0.00623333	XX
C32 S/P	4	0.00649643	XX
AC7 C/P	4	0.00689778	XX
DZ50 C/P	4	0.00747472	XX
C32 C/P	4	0.00858222	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AC7 C/P - AC7 S/P		0.00197373	0.00313531
AC7 C/P - C32 C/P		-0.00168444	0.00313531
AC7 C/P - C32 S/P		0.000401349	0.00313531
AC7 C/P - CN+ C/P		0.00163429	0.00313531
AC7 C/P - CN+ S/P		0.000664444	0.00313531
AC7 C/P - CN- C/P		0.00194083	0.00313531
AC7 C/P - CN- S/P		0.00220333	0.00313531
AC7 C/P - DZ50 C/P		-0.000576944	0.00313531
AC7 C/P - DZ50 S/P		0.0010225	0.00313531
AC7 S/P - C32 C/P	*	<b>-0.00365817</b>	0.00313531
AC7 S/P - C32 S/P		-0.00157238	0.00313531
AC7 S/P - CN+ C/P		-0.000339445	0.00313531
AC7 S/P - CN+ S/P		-0.00130929	0.00313531
AC7 S/P - CN- C/P		-0.000032897	0.00313531
AC7 S/P - CN- S/P		0.000229603	0.00313531
AC7 S/P - DZ50 C/P		-0.00255067	0.00313531
AC7 S/P - DZ50 S/P		-0.00095123	0.00313531
C32 C/P - C32 S/P		0.00208579	0.00313531

C32 C/P - CN+ C/P	*	0.00331873	0.00313531
C32 C/P - CN+ S/P		0.00234889	0.00313531
C32 C/P - CN- C/P	*	0.00362528	0.00313531
C32 C/P - CN- S/P	*	0.00388778	0.00313531
C32 C/P - DZ50 C/P		0.0011075	0.00313531
C32 C/P - DZ50 S/P		0.00270694	0.00313531
C32 S/P - CN+ C/P		0.00123294	0.00313531
C32 S/P - CN+ S/P		0.000263095	0.00313531
C32 S/P - CN- C/P		0.00153948	0.00313531
C32 S/P - CN- S/P		0.00180198	0.00313531
C32 S/P - DZ50 C/P		-0.000978294	0.00313531
C32 S/P - DZ50 S/P		0.000621151	0.00313531
CN+ C/P - CN+ S/P		-0.000969842	0.00313531
CN+ C/P - CN- C/P		0.000306547	0.00313531
CN+ C/P - CN- S/P		0.000569048	0.00313531
CN+ C/P - DZ50 C/P		-0.00221123	0.00313531
CN+ C/P - DZ50 S/P		-0.000611786	0.00313531
CN+ S/P - CN- C/P		0.00127639	0.00313531
CN+ S/P - CN- S/P		0.00153889	0.00313531
CN+ S/P - DZ50 C/P		-0.00124139	0.00313531
CN+ S/P - DZ50 S/P		0.000358056	0.00313531
CN- C/P - CN- S/P		0.0002625	0.00313531
CN- C/P - DZ50 C/P		-0.00251778	0.00313531
CN- C/P - DZ50 S/P		-0.000918333	0.00313531
CN- S/P - DZ50 C/P		-0.00278028	0.00313531
CN- S/P - DZ50 S/P		-0.00118083	0.00313531
DZ50 C/P - DZ50 S/P		0.00159944	0.00313531

\* indica una diferencia significativa.

## ANEXO 10. Longitud de hoja

### Análisis de Varianza para DÍA 14 - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:CUBIERTA	0.0453273	1	0.0453273	1.24	0.2725
B:INOCULO	0.108191	4	0.0270478	0.74	0.5698
RESIDUOS	1.23879	34	0.0364349		
TOTAL (CORREGIDO)	1.3923	39			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

**Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para DÍA 14 con intervalos de confianza del 95.0%**

			<i>Error</i>	<i>Límite</i>	<i>Límite</i>
<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Est.</i>	<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>
MEDIA GLOBAL	40	2.23926			
CUBIERTA					
PELETIZADO	20	2.20559	0.0426819	2.11885	2.29233
SIN PELETIZAR	20	2.27292	0.0426819	2.18618	2.35966
INOCULO					
AC7	8	2.32179	0.067486	2.18465	2.45894
C32	8	2.2371	0.067486	2.09995	2.37424
CN+	8	2.15772	0.067486	2.02057	2.29487
CN-	8	2.23446	0.067486	2.09732	2.37161
DZ50	8	2.2452	0.067486	2.10806	2.38235

**Pruebas de Múltiple Rangos para LONGITUD DE HOJA AL DÍA 14 por TRATAMIENTO**

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
CN- C/P	4	2.04583	X
CN+ S/P	4	2.12363	XX
DZ50 S/P	4	2.1475	XXX
AC7 C/P	4	2.15322	XXX
C32 S/P	4	2.18	XXX
CN+ C/P	4	2.19181	XXX
C32 C/P	4	2.29419	XXX
DZ50 C/P	4	2.34291	XX
CN- S/P	4	2.4231	X
AC7 S/P	4	2.49036	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AC7 C/P - AC7 S/P	*	-0.337139	0.214259
AC7 C/P - C32 C/P		-0.140968	0.214259
AC7 C/P - C32 S/P		-0.0267758	0.214259
AC7 C/P - CN+ C/P		-0.0385813	0.214259
AC7 C/P - CN+ S/P		0.0295933	0.214259
AC7 C/P - CN- C/P		0.107391	0.214259
AC7 C/P - CN- S/P	*	-0.269871	0.214259
AC7 C/P - DZ50 C/P		-0.189683	0.214259
AC7 C/P - DZ50 S/P		0.00572421	0.214259
AC7 S/P - C32 C/P		0.196171	0.214259
AC7 S/P - C32 S/P	*	0.310363	0.214259
AC7 S/P - CN+ C/P	*	0.298558	0.214259
AC7 S/P - CN+ S/P	*	0.366732	0.214259
AC7 S/P - CN- C/P	*	0.44453	0.214259
AC7 S/P - CN- S/P		0.067268	0.214259

AC7 S/P - DZ50 C/P		0.147457	0.214259
AC7 S/P - DZ50 S/P	*	0.342863	0.214259
C32 C/P - C32 S/P		0.114192	0.214259
C32 C/P - CN+ C/P		0.102386	0.214259
C32 C/P - CN+ S/P		0.170561	0.214259
C32 C/P - CN- C/P	*	0.248359	0.214259
C32 C/P - CN- S/P		-0.128903	0.214259
C32 C/P - DZ50 C/P		-0.0487148	0.214259
C32 C/P - DZ50 S/P		0.146692	0.214259
C32 S/P - CN+ C/P		-0.0118056	0.214259
C32 S/P - CN+ S/P		0.056369	0.214259
C32 S/P - CN- C/P		0.134167	0.214259
C32 S/P - CN- S/P	*	-0.243095	0.214259
C32 S/P - DZ50 C/P		-0.162907	0.214259
C32 S/P - DZ50 S/P		0.0325	0.214259
CN+ C/P - CN+ S/P		0.0681746	0.214259
CN+ C/P - CN- C/P		0.145972	0.214259
CN+ C/P - CN- S/P	*	-0.23129	0.214259
CN+ C/P - DZ50 C/P		-0.151101	0.214259
CN+ C/P - DZ50 S/P		0.0443056	0.214259
CN+ S/P - CN- C/P		0.0777976	0.214259
CN+ S/P - CN- S/P	*	-0.299464	0.214259
CN+ S/P - DZ50 C/P	*	-0.219276	0.214259
CN+ S/P - DZ50 S/P		-0.023869	0.214259
CN- C/P - CN- S/P	*	-0.377262	0.214259
CN- C/P - DZ50 C/P	*	-0.297073	0.214259
CN- C/P - DZ50 S/P		-0.101667	0.214259
CN- S/P - DZ50 C/P		0.0801885	0.214259
CN- S/P - DZ50 S/P	*	0.275595	0.214259
DZ50 C/P - DZ50 S/P		0.195407	0.214259

\* indica una diferencia significativa.

### Análisis de Varianza para DÍA 21 - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:CUBIERTA	0.0516373	1	0.0516373	0.78	0.3843
B:INOCULO	0.324233	4	0.0810581	1.22	0.3208
RESIDUOS	2.26042	34	0.0664831		
TOTAL (CORREGIDO)	2.63629	39			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

**Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para DÍA 21 con intervalos de confianza del 95.0%**

			<i>Error</i>	<i>Límite</i>	<i>Límite</i>
<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Est.</i>	<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>
MEDIA GLOBAL	40	3.20506			
CUBIERTA					
PELETIZADO	20	3.16913	0.0576555	3.05196	3.2863
SIN PELETIZAR	20	3.24099	0.0576555	3.12382	3.35816
INOCULO					
AC7	8	3.27041	0.0911613	3.08514	3.45567
C32	8	3.30409	0.0911613	3.11882	3.48935
CN+	8	3.0441	0.0911613	2.85883	3.22936
CN-	8	3.18696	0.0911613	3.0017	3.37223
DZ50	8	3.21976	0.0911613	3.03449	3.40502

**Pruebas de Múltiple Rangos para LONGITUD DE HOJA AL DÍA 21 por TRATAMIENTO**

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
CN- C/P	4	2.94837	X
CN+ C/P	4	3.03458	X
CN+ S/P	4	3.05361	X
C32 S/P	4	3.09595	X
AC7 C/P	4	3.11292	X
DZ50 S/P	4	3.20194	XX
DZ50 C/P	4	3.23757	XXX
CN- S/P	4	3.42556	XX
AC7 S/P	4	3.4279	XX
C32 C/P	4	3.51222	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AC7 C/P - AC7 S/P	*	-0.31498	0.301585
AC7 C/P - C32 C/P	*	-0.399306	0.301585
AC7 C/P - C32 S/P		0.0169643	0.301585
AC7 C/P - CN+ C/P		0.0783333	0.301585
AC7 C/P - CN+ S/P		0.0593056	0.301585
AC7 C/P - CN- C/P		0.164544	0.301585
AC7 C/P - CN- S/P	*	-0.312639	0.301585
AC7 C/P - DZ50 C/P		-0.124653	0.301585
AC7 C/P - DZ50 S/P		-0.0890278	0.301585
AC7 S/P - C32 C/P		-0.0843254	0.301585
AC7 S/P - C32 S/P	*	0.331944	0.301585
AC7 S/P - CN+ C/P	*	0.393313	0.301585
AC7 S/P - CN+ S/P	*	0.374286	0.301585
AC7 S/P - CN- C/P	*	0.479524	0.301585



AC7 S/P - CN- S/P		0.00234127	0.301585
AC7 S/P - DZ50 C/P		0.190327	0.301585
AC7 S/P - DZ50 S/P		0.225952	0.301585
C32 C/P - C32 S/P	*	0.41627	0.301585
C32 C/P - CN+ C/P	*	0.477639	0.301585
C32 C/P - CN+ S/P	*	0.458611	0.301585
C32 C/P - CN- C/P	*	0.563849	0.301585
C32 C/P - CN- S/P		0.0866667	0.301585
C32 C/P - DZ50 C/P		0.274653	0.301585
C32 C/P - DZ50 S/P	*	0.310278	0.301585
C32 S/P - CN+ C/P		0.061369	0.301585
C32 S/P - CN+ S/P		0.0423413	0.301585
C32 S/P - CN- C/P		0.147579	0.301585
C32 S/P - CN- S/P	*	-0.329603	0.301585
C32 S/P - DZ50 C/P		-0.141617	0.301585
C32 S/P - DZ50 S/P		-0.105992	0.301585
CN+ C/P - CN+ S/P		-0.0190278	0.301585
CN+ C/P - CN- C/P		0.0862103	0.301585
CN+ C/P - CN- S/P	*	-0.390972	0.301585
CN+ C/P - DZ50 C/P		-0.202986	0.301585
CN+ C/P - DZ50 S/P		-0.167361	0.301585
CN+ S/P - CN- C/P		0.105238	0.301585
CN+ S/P - CN- S/P	*	-0.371944	0.301585
CN+ S/P - DZ50 C/P		-0.183958	0.301585
CN+ S/P - DZ50 S/P		-0.148333	0.301585
CN- C/P - CN- S/P	*	-0.477183	0.301585
CN- C/P - DZ50 C/P		-0.289196	0.301585
CN- C/P - DZ50 S/P		-0.253571	0.301585
CN- S/P - DZ50 C/P		0.187986	0.301585
CN- S/P - DZ50 S/P		0.223611	0.301585
DZ50 C/P - DZ50 S/P		0.035625	0.301585

\* indica una diferencia significativa.

### Análisis de Varianza para DÍA 28 - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:CUBIERTA	0.278261	1	0.278261	1.64	0.2089
B:INOCULO	0.777435	4	0.194359	1.15	0.3516
RESIDUOS	5.76551	34	0.169574		
TOTAL (CORREGIDO)	6.8212	39			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

## Pruebas de Múltiple Rangos para LONGITUD DE HOJA AL DÍA 28 por TRATAMIENTO

Método: 95.0 porcentaje LSD

TRATAMIENTO	Casos	Media	Grupos Homogéneos
CN- C/P	4	4.12692	X
CN+ C/P	4	4.14896	XX
DZ50 C/P	4	4.1591	XX
AC7 C/P	4	4.19861	XXX
DZ50 S/P	4	4.28611	XXX
C32 S/P	4	4.30015	XXX
CN+ S/P	4	4.55111	XXXX
AC7 S/P	4	4.64111	XXX
CN- S/P	4	4.69222	XX
C32 C/P	4	5.00306	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
AC7 C/P - AC7 S/P		-0.4425	0.505036
AC7 C/P - C32 C/P	*	-0.804444	0.505036
AC7 C/P - C32 S/P		-0.101538	0.505036
AC7 C/P - CN+ C/P		0.0496528	0.505036
AC7 C/P - CN+ S/P		-0.3525	0.505036
AC7 C/P - CN- C/P		0.0716865	0.505036
AC7 C/P - CN- S/P		-0.493611	0.505036
AC7 C/P - DZ50 C/P		0.0395139	0.505036
AC7 C/P - DZ50 S/P		-0.0875	0.505036
AC7 S/P - C32 C/P		-0.361944	0.505036
AC7 S/P - C32 S/P		0.340962	0.505036
AC7 S/P - CN+ C/P		0.492153	0.505036
AC7 S/P - CN+ S/P		0.09	0.505036
AC7 S/P - CN- C/P	*	0.514187	0.505036
AC7 S/P - CN- S/P		-0.0511111	0.505036
AC7 S/P - DZ50 C/P		0.482014	0.505036
AC7 S/P - DZ50 S/P		0.355	0.505036
C32 C/P - C32 S/P	*	0.702907	0.505036
C32 C/P - CN+ C/P	*	0.854097	0.505036
C32 C/P - CN+ S/P		0.451944	0.505036
C32 C/P - CN- C/P	*	0.876131	0.505036
C32 C/P - CN- S/P		0.310833	0.505036
C32 C/P - DZ50 C/P	*	0.843958	0.505036
C32 C/P - DZ50 S/P	*	0.716944	0.505036
C32 S/P - CN+ C/P		0.15119	0.505036
C32 S/P - CN+ S/P		-0.250962	0.505036
C32 S/P - CN- C/P		0.173224	0.505036
C32 S/P - CN- S/P		-0.392073	0.505036
C32 S/P - DZ50 C/P		0.141052	0.505036
C32 S/P - DZ50 S/P		0.0140377	0.505036
CN+ C/P - CN+ S/P		-0.402153	0.505036

CN+ C/P - CN- C/P		0.0220337	0.505036
CN+ C/P - CN- S/P	*	-0.543264	0.505036
CN+ C/P - DZ50 C/P		-0.0101389	0.505036
CN+ C/P - DZ50 S/P		-0.137153	0.505036
CN+ S/P - CN- C/P		0.424187	0.505036
CN+ S/P - CN- S/P		-0.141111	0.505036
CN+ S/P - DZ50 C/P		0.392014	0.505036
CN+ S/P - DZ50 S/P		0.265	0.505036
CN- C/P - CN- S/P	*	-0.565298	0.505036
CN- C/P - DZ50 C/P		-0.0321726	0.505036
CN- C/P - DZ50 S/P		-0.159187	0.505036
CN- S/P - DZ50 C/P	*	0.533125	0.505036
CN- S/P - DZ50 S/P		0.406111	0.505036
DZ50 C/P - DZ50 S/P		-0.127014	0.505036

\* indica una diferencia significativa.

## ANEXO 11. Estadística para número de hojas

### Análisis de Varianza para Numero de hojas DIA 14 - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:CUBIERTA	0.356511	1	0.356511	2.39	0.1314
B:INOCULO	0.0529752	4	0.0132438	0.09	0.9854
RESIDUOS	5.0727	34	0.149197		
TOTAL (CORREGIDO)	5.48218	39			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

### Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para Numero de hojas DIA 14 con intervalos de confianza del 95.0%

			<i>Error</i>	<i>Límite</i>	<i>Límite</i>
<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Est.</i>	<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>
MEDIA GLOBAL	40	2.26411			
CUBIERTA					
PELETIZADO	20	2.35852	0.0863704	2.18299	2.53404
SIN PELETIZAR	20	2.1697	0.0863704	1.99417	2.34523
INOCULO					
AC7	8	2.31615	0.136564	2.03862	2.59368
C32	8	2.24197	0.136564	1.96444	2.5195
CN+	8	2.22237	0.136564	1.94484	2.4999
CN-	8	2.24164	0.136564	1.9641	2.51917
DZ50	8	2.29841	0.136564	2.02088	2.57594

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
DZ50 S/P	4	2.075	X
C32 S/P	4	2.13571	X
CN S/P+	4	2.14196	X
CN S/P-	4	2.14924	X
AC7 C/P	4	2.28571	X
CN C/P+	4	2.30278	X
CN C/P-	4	2.33403	X
AC7 S/P	4	2.34658	X
C32 C/P	4	2.34823	X
DZ50 C/P	4	2.52183	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
AC7 C/P - AC7 S/P		-0.0608669	0.578374
AC7 C/P - C32 C/P		-0.062518	0.578374
AC7 C/P - C32 S/P		0.15	0.578374
AC7 C/P - CN C/P+		-0.0170635	0.578374
AC7 C/P - CN C/P-		-0.0483135	0.578374
AC7 C/P - CN S/P+		0.14375	0.578374
AC7 C/P - CN S/P-		0.136472	0.578374
AC7 C/P - DZ50 C/P		-0.236111	0.578374
AC7 C/P - DZ50 S/P		0.210714	0.578374
AC7 S/P - C32 C/P		-0.00165113	0.578374
AC7 S/P - C32 S/P		0.210867	0.578374
AC7 S/P - CN C/P+		0.0438034	0.578374
AC7 S/P - CN C/P-		0.0125534	0.578374
AC7 S/P - CN S/P+		0.204617	0.578374
AC7 S/P - CN S/P-		0.197339	0.578374
AC7 S/P - DZ50 C/P		-0.175244	0.578374
AC7 S/P - DZ50 S/P		0.271581	0.578374
C32 C/P - C32 S/P		0.212518	0.578374
C32 C/P - CN C/P+		0.0454545	0.578374
C32 C/P - CN C/P-		0.0142045	0.578374
C32 C/P - CN S/P+		0.206268	0.578374
C32 C/P - CN S/P-		0.19899	0.578374
C32 C/P - DZ50 C/P		-0.173593	0.578374
C32 C/P - DZ50 S/P		0.273232	0.578374
C32 S/P - CN C/P+		-0.167063	0.578374
C32 S/P - CN C/P-		-0.198313	0.578374
C32 S/P - CN S/P+		-0.00625	0.578374
C32 S/P - CN S/P-		-0.0135281	0.578374
C32 S/P - DZ50 C/P		-0.386111	0.578374
C32 S/P - DZ50 S/P		0.0607143	0.578374
CN C/P+ - CN C/P-		-0.03125	0.578374
CN C/P+ - CN S/P+		0.160813	0.578374

CN C/P+ - CN S/P-		0.153535	0.578374
CN C/P+ - DZ50 C/P		-0.219048	0.578374
CN C/P+ - DZ50 S/P		0.227778	0.578374
CN C/P- - CN S/P+		0.192063	0.578374
CN C/P- - CN S/P-		0.184785	0.578374
CN C/P- - DZ50 C/P		-0.187798	0.578374
CN C/P- - DZ50 S/P		0.259028	0.578374
CN S/P+ - CN S/P-		-0.00727814	0.578374
CN S/P+ - DZ50 C/P		-0.379861	0.578374
CN S/P+ - DZ50 S/P		0.0669643	0.578374
CN S/P- - DZ50 C/P		-0.372583	0.578374
CN S/P- - DZ50 S/P		0.0742424	0.578374
DZ50 C/P - DZ50 S/P		0.446825	0.578374

\* indica una diferencia significativa.

### Análisis de Varianza para Numero de hojas DIA 21 - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:CUBIERTA	0.31909	1	0.31909	10.61	0.0026
B:INOCULO	0.105373	4	0.0263433	0.88	0.4885
RESIDUOS	1.02246	34	0.0300724		
TOTAL (CORREGIDO)	1.44693	39			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

### Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para Numero de hojas DIA 21 con intervalos de confianza del 95.0%

			<i>Error</i>	<i>Límite</i>	<i>Límite</i>
<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Est.</i>	<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>
MEDIA GLOBAL	40	3.2432			
CUBIERTA					
PELETIZADO	20	3.15389	0.0387766	3.07509	3.23269
SIN PELETIZAR	20	3.33252	0.0387766	3.25372	3.41132
INOCULO					
AC7	8	3.29315	0.0613111	3.16856	3.41775
C32	8	3.19995	0.0613111	3.07535	3.32455
CN+	8	3.17986	0.0613111	3.05526	3.30446
CN-	8	3.2316	0.0613111	3.107	3.3562
DZ50	8	3.31146	0.0613111	3.18686	3.43606

## Pruebas de Múltiple Rangos para Numero de hojas DIA 21 por TRATAMIENTO

Método: 95.0 porcentaje LSD

TRATAMIENTO	Casos	Media	Grupos Homogéneos
CN C/P-	4	3.04931	X
AC7 C/P	4	3.09028	X
CN S/P+	4	3.16111	X
C32 C/P	4	3.19167	XX
CN C/P+	4	3.19861	XXX
C32 S/P	4	3.20823	XXX
DZ50 C/P	4	3.23958	XXX
DZ50 S/P	4	3.38333	XXX
CN S/P-	4	3.41389	XX
AC7 S/P	4	3.49603	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
AC7 C/P - AC7 S/P	*	-0.405754	0.220866
AC7 C/P - C32 C/P		-0.101389	0.220866
AC7 C/P - C32 S/P		-0.117956	0.220866
AC7 C/P - CN C/P+		-0.108333	0.220866
AC7 C/P - CN C/P-		0.0409722	0.220866
AC7 C/P - CN S/P+		-0.0708333	0.220866
AC7 C/P - CN S/P-	*	-0.323611	0.220866
AC7 C/P - DZ50 C/P		-0.149306	0.220866
AC7 C/P - DZ50 S/P	*	-0.293056	0.220866
AC7 S/P - C32 C/P	*	0.304365	0.220866
AC7 S/P - C32 S/P	*	0.287798	0.220866
AC7 S/P - CN C/P+	*	0.297421	0.220866
AC7 S/P - CN C/P-	*	0.446726	0.220866
AC7 S/P - CN S/P+	*	0.334921	0.220866
AC7 S/P - CN S/P-		0.0821429	0.220866
AC7 S/P - DZ50 C/P	*	0.256448	0.220866
AC7 S/P - DZ50 S/P		0.112698	0.220866
C32 C/P - C32 S/P		-0.0165675	0.220866
C32 C/P - CN C/P+		-0.00694444	0.220866
C32 C/P - CN C/P-		0.142361	0.220866
C32 C/P - CN S/P+		0.0305556	0.220866
C32 C/P - CN S/P-	*	-0.222222	0.220866
C32 C/P - DZ50 C/P		-0.0479167	0.220866
C32 C/P - DZ50 S/P		-0.191667	0.220866
C32 S/P - CN C/P+		0.00962302	0.220866
C32 S/P - CN C/P-		0.158929	0.220866
C32 S/P - CN S/P+		0.047123	0.220866
C32 S/P - CN S/P-		-0.205655	0.220866
C32 S/P - DZ50 C/P		-0.0313492	0.220866
C32 S/P - DZ50 S/P		-0.175099	0.220866
CN C/P+ - CN C/P-		0.149306	0.220866
CN C/P+ - CN S/P+		0.0375	0.220866

CN C/P+ - CN S/P-		-0.215278	0.220866
CN C/P+ - DZ50 C/P		-0.0409722	0.220866
CN C/P+ - DZ50 S/P		-0.184722	0.220866
CN C/P- - CN S/P+		-0.111806	0.220866
CN C/P- - CN S/P-	*	-0.364583	0.220866
CN C/P- - DZ50 C/P		-0.190278	0.220866
CN C/P- - DZ50 S/P	*	-0.334028	0.220866
CN S/P+ - CN S/P-	*	-0.252778	0.220866
CN S/P+ - DZ50 C/P		-0.0784722	0.220866
CN S/P+ - DZ50 S/P	*	-0.222222	0.220866
CN S/P- - DZ50 C/P		0.174306	0.220866
CN S/P- - DZ50 S/P		0.0305556	0.220866
DZ50 C/P - DZ50 S/P		-0.14375	0.220866

\* indica una diferencia significativa.

### Análisis de Varianza para Numero de hojas DIA 28 - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:CUBIERTA	0.0616412	1	0.0616412	0.52	0.4777
B:INOCULO	0.255922	4	0.0639806	0.54	0.7109
RESIDUOS	4.06582	34	0.119583		
TOTAL (CORREGIDO)	4.38339	39			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

### Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para Numero de hojas DIA 28 con intervalos de confianza del 95.0%

Nivel	Casos	Media	Error Est.	Límite Inferior	Límite Superior
MEDIA GLOBAL	40	4.13828			
CUBIERTA					
PELETIZADO	20	4.09903	0.077325	3.94188	4.25617
SIN PELETIZAR	20	4.17754	0.077325	4.0204	4.33468
INOCULO					
AC7	8	4.26553	0.122262	4.01706	4.51399
C32	8	4.09187	0.122262	3.8434	4.34033
CN+	8	4.02396	0.122262	3.77549	4.27242
CN-	8	4.15243	0.122262	3.90396	4.4009
DZ50	8	4.15764	0.122262	3.90917	4.4061

## Pruebas de Múltiple Rangos para Numero de hojas DIA 28 por TRATAMIENTO

Método: 95.0 porcentaje LSD

TRATAMIENTO	Casos	Media	Grupos Homogéneos
C32 S/P	4	3.99206	X
AC7 C/P	4	4.01042	X
CN S/P+	4	4.01667	X
CN C/P+	4	4.03125	XX
CN C/P-	4	4.07986	XX
DZ50 S/P	4	4.13333	XX
DZ50 C/P	4	4.18194	XX
C32 C/P	4	4.19167	XX
CN S/P-	4	4.225	XX
AC7 S/P	4	4.52063	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
AC7 C/P - AC7 S/P	*	-0.510218	0.491835
AC7 C/P - C32 C/P		-0.18125	0.491835
AC7 C/P - C32 S/P		0.0183532	0.491835
AC7 C/P - CN C/P+		-0.0208333	0.491835
AC7 C/P - CN C/P-		-0.0694444	0.491835
AC7 C/P - CN S/P+		-0.00625	0.491835
AC7 C/P - CN S/P-		-0.214583	0.491835
AC7 C/P - DZ50 C/P		-0.171528	0.491835
AC7 C/P - DZ50 S/P		-0.122917	0.491835
AC7 S/P - C32 C/P		0.328968	0.491835
AC7 S/P - C32 S/P	*	0.528571	0.491835
AC7 S/P - CN C/P+		0.489385	0.491835
AC7 S/P - CN C/P-		0.440774	0.491835
AC7 S/P - CN S/P+	*	0.503968	0.491835
AC7 S/P - CN S/P-		0.295635	0.491835
AC7 S/P - DZ50 C/P		0.33869	0.491835
AC7 S/P - DZ50 S/P		0.387302	0.491835
C32 C/P - C32 S/P		0.199603	0.491835
C32 C/P - CN C/P+		0.160417	0.491835
C32 C/P - CN C/P-		0.111806	0.491835
C32 C/P - CN S/P+		0.175	0.491835
C32 C/P - CN S/P-		-0.0333333	0.491835
C32 C/P - DZ50 C/P		0.00972222	0.491835
C32 C/P - DZ50 S/P		0.0583333	0.491835
C32 S/P - CN C/P+		-0.0391865	0.491835
C32 S/P - CN C/P-		-0.0877976	0.491835
C32 S/P - CN S/P+		-0.0246032	0.491835
C32 S/P - CN S/P-		-0.232937	0.491835
C32 S/P - DZ50 C/P		-0.189881	0.491835
C32 S/P - DZ50 S/P		-0.14127	0.491835
CN C/P+ - CN C/P-		-0.0486111	0.491835
CN C/P+ - CN S/P+		0.0145833	0.491835



CN C/P+ - CN S/P-		-0.19375	0.491835
CN C/P+ - DZ50 C/P		-0.150694	0.491835
CN C/P+ - DZ50 S/P		-0.102083	0.491835
CN C/P- - CN S/P+		0.0631944	0.491835
CN C/P- - CN S/P-		-0.145139	0.491835
CN C/P- - DZ50 C/P		-0.102083	0.491835
CN C/P- - DZ50 S/P		-0.0534722	0.491835
CN S/P+ - CN S/P-		-0.208333	0.491835
CN S/P+ - DZ50 C/P		-0.165278	0.491835
CN S/P+ - DZ50 S/P		-0.116667	0.491835
CN S/P- - DZ50 C/P		0.0430556	0.491835
CN S/P- - DZ50 S/P		0.0916667	0.491835
DZ50 C/P - DZ50 S/P		0.0486111	0.491835

\* indica una diferencia significativa.